



## Översyn av typologi för sjöar och vattendrag

Stina Drakare

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2014:2

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Drakare, S. Översyn av typologi för sjöar och vattendrag. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2014:2

Omslagsfoto: Tommy Wahlstrand

Tryck: endast digital

Tryckår: 2014

Kontakt

[stina.drakare@slu.se](mailto:stina.drakare@slu.se)

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

# Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning .....	2
Summary .....	3
1 Introduktion .....	4
2 Sammanställning av existerande vattentyper för sjöar och vattendrag.....	5
2.1 Svenska vattentyper enligt NFS 2006:1 .....	5
2.2 Vattendirektivets typologi enligt system A och B.....	10
2.3 Interkalibrerade sjö- och vattendragstyper .....	12
2.3.1 Mycket stora floder .....	14
2.4 Typologier för kvalitetsfaktorer .....	15
2.4.1 Biologiska kvalitetsfaktorer .....	15
2.4.2 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer .....	16
2.4.3 Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer .....	16
2.5 Habitatdirektivets indelning av sjöar och vattendrag .....	17
3 Hur indelar andra medlemsstater .....	19
3.1 Finland.....	19
3.1.1 Sjöar .....	19
3.1.2 Vattendrag.....	20
3.2 Norge.....	21
3.2.1 Sjöar .....	21
3.2.2 Vattendrag.....	21
3.3 Storbritannien.....	21
3.3.1 Sjöar .....	22
3.3.2 Vattendrag.....	22
3.4 Reflektioner från grannländernas typologier.....	22
4 Altitud och ekoregion .....	22
4.1 Alpina regionen.....	23
4.2 Limes Norrlandicus .....	24
4.3 Högsta kustlinjen vs. 200 m .....	25
5 Förslag till ny typologi.....	25
5.1 Ekoregion och höjdgrupperingar.....	25
5.2 Sjöstorlek och sjödjup .....	26
5.3 Avrinningsområdets storlek och vattendragets lutning .....	28
5.4 Geologi, kalk- och humushaltindelningar .....	29
5.4.1 Humushalt .....	29
5.4.2 Alkalinitet.....	31
5.5 Fördelning enligt ny typologi.....	33

5.5.1	Sjöfördelning enligt nya typer.....	33
5.5.2	Vattendragsfördelning enligt nya typer.....	33
5.6	Vad saknas för att kunna fastställa typologin för samtliga ytvatten?.....	34
5.6.1	Sjödjup .....	34
5.6.2	Vattendragslutning.....	36
5.6.3	Geologi, alkalinitet och humushalt .....	36
6	Typologi kopplat till referensvärden och osäkerhetsbedömningar .....	37
7	Typologi kopplat till statusbedömning med begränsade mätdata? .....	38
	Referenser .....	39

## Förord

På uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten har Institutionen för vatten och miljö, SLU, genomfört projektet ”Behov av externa insatser för att utforma en sammanhållen typologi och metod för gruppering av sjöar och vattendrag”. Stina Drakare har lett projektet och samlat information från så många parter som möjligt för att få en heltäckande syn på krav och behov. Detta gjordes bland annat på en workshop där Ann-Karin Thorén presenterade Havs- och vattenmyndighetens behov, Stina Drakare presenterade rådande typologi och några exempel på typindelning från närliggande länder, Johan Kling presenterade den nya hydromorfologiska typologin och Eddie von Wachenfeldt de limniska naturtyper som ingår i Art- och habitatdirektivet. Värdefulla synpunkter gavs också av övriga medverkande på workshopen Jens Fölster, Willem Goedkoop, Simon Hallstan, Kerstin Holmgren, Lennart Johansson, Lisa Lundstedt, Håkan Olsson, Lars Sonesten, Lennart Sorby, Ulrika Stensdotter-Blomberg. Med Richard Johnson har diskussioner förts om hur nästa generations bedömningsgrunder för biologiska kvalitetsfaktorer som tas fram i WATERS-projektet ska möta framtidens behov på bästa sätt och med Henrik Lindblom om hur VISS skulle kunna förbättras för att göra det enkelt att ta fram information som passar många olika behov kopplat till övervakningsplanering och rapportering för olika direktiv. David Englund har bistått med GIS-baserad information och kartor. Till rapporten bidrog Jens Fölster även med data från omdrevssjöarna. Värdefulla synpunkter på förstaversionen av rapporten inkom skriftligt från Kerstin Holmgren, Björn Bergqvist, Lars Sonesten, Juha Salonsaari, Ulrika Stensdotter-Blomberg, Johan Kling, Lennart Sorby, Jakob Bergengren, Elisabeth Sahlsten, Fredrik Ljunghager, Jonas Svensson, Anneli Harlén och Ann-Karin Thorén. Ytterligare förslag och möjligheter diskuterades under ett seminarium där förutom Stina Drakare även Jens Fölster, Richard Johnson, Ann-Karin Thorén, Mikael Gyllström, Lennart Johansson, Eddie von Wachenfeldt, Björn Bergqvist, Frauke Ecke och Ulrika Stensdotter-Blomberg medverkade.

Rapporten är tänkt som underlag till ett långsiktigt effektmål (2017) för en sammanhållen typologi och metodik för gruppering av sjöar och vattendrag. Då bör den metodik som WATERS tar fram för att bestämma referensvärden för respektive kvalitetsfaktor vara harmoniserad med övriga vattentyper som används i gällande föreskrifter.

Rapporten är också tänkt som underlag till ett mer kortsiktigt mål (2014) där det behöver klarläggas hur de olika svenska vattentyperna använts för att ta fram referensvärden, statusklassning och upplägg av övervakning och hur de relaterar till de vattentyper som interkalibrerats. Det finns ett behov att klargöra detta för att lösa rapporteringskrav och kommande krav på redogörelser från kommissionen.

## Sammanfattning

Flera sätt att dela in vatten i typer existerar parallellt och finns till för olika syften. Ett och samma vatten kan i nuläget delas in enligt minst fem olika typologier. De olika typologierna är:

- svenska vattentyper som togs fram 2006 och modifierades 2008 (NFS 2006:1 och NFS 2008:11),
- vattendirektivets två sätt att typindela, system A och B,
- interkalibrerade sjö- och vattendragstyper,
- typologier som används i Sverige för biologiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, samt
- art- och habitatdirektivets indelning av sjöar och vattendrag.

En ny typindelning skulle ersätta NFS 2006:1 och harmoniseras med den typologi som används för kvalitetsfaktorerna. Den föreslagna typindelningen för **sjöar** ger 48 teoretiska typer och delar in enligt:

- **region**, 4 grupper: södra Sverige, norra Sverige < 200m, norra Sverige 200-800m och norra Sverige > 800m
- **medeldjup**, 3 grupper: < 3m, 3-15 m och > 15 m
- **alkalinitet**, 2 grupper: < 1mekv/l och > 1 mekv/l
- **humus**, 2 grupper: < 30 mg Pt/l och > 30 mg Pt/l (motsvarar 0,06 och 0,18 absorbans vid 420nm och 5cm kyvett)

Den föreslagna typindelningen för **vattendrag** ger 36 teoretiska typer enligt:

- **region**, 4 grupper: södra Sverige, norra Sverige < 200 m, norra Sverige 200-800 m och norra Sverige > 800 m,
- **avrinningsområdets storlek**, 3 grupper: < 100 km<sup>2</sup>, 100-1000 km<sup>2</sup> och > 1000 km<sup>2</sup>,
- **vattendragets lutning**, 3 grupper: < 0,1 %, 0,1-2 % och > 2 %.

För att kunna indela enligt den nya typologin behöver sjömedeldjup och vattendragslutning snarast tas fram i nationell skala. Kemiska variabler behöver också tas fram för de vattenförekomster som saknar data. Här bör man undersöka om kartbaserade variabler för geologi kan ersätta de kemiska för att komma runt problemet att vattenförekomster ändrar typologi med tiden pga. variationer i alkalinitet eller humushalt.

Vidare föreslås att till VISS rapportera in faktiska värden för de variabler som gäller typer istället för typtillhörighet, samt att i VISS redovisa vattenförekomster som indelats enligt art- och habitatdirektivets typer. På så sätt kan man få en överblick av behov och insatser, samt hitta information på ett ställe till rapportering, jämförelser eller interkalibreringar enligt andra typologier.

## Summary

A number of approaches are currently used to categorise inland waters; the most common typologies are:

- Swedish water types (NFS 2006:1)
- Water Framework Directive typologies – system A and B,
- Lake and river types from the European intercalibration exercise,
- Types used for biological and hydro-morphological quality elements in Sweden, and
- The Habitat Directive typology of lakes and rivers.

A new typology would replace NFS 2006:1 and would harmonise with the typologies for quality elements. The proposed typology for lakes includes, in theory, 48 types using various combinations of the following variables:

- **Region:** 4 groups: Southern Sweden, Northern Sweden altitude < 200m, Northern Sweden 200-800m, and Northern Sweden > 800m,
- **Mean depth:** 3 groups: < 3m, 3-15 m, and > 15 m,
- **Alkalinity:** 2 groups: < 1meq/l and > 1 meq/l,
- **Humic content:** 2 groups: < 30 mg Pt/l and > 30 mg Pt/l (corresponds to absorbance of 0.06 and 0.18 at 420 nm in a 5cm cuvette).

The proposed typology for rivers includes 36 types using various combinations of the following variables:

- **Region:** 4 groups: Southern Sweden, Northern Sweden altitude < 200 m, Northern Sweden 200-800 m, and Northern Sweden > 800 m,
- **Size of drainage area:** 3 groups: < 100 km<sup>2</sup>, 100-1000 km<sup>2</sup>, and > 1000 km<sup>2</sup>,
- **River slope:** 3 groups: < 0,1 %, 0,1-2 %, and > 2 %.

To classify a lake or river type using this new typology, lake mean depth or river slope need to be determined in a similar way on a national scale. Chemical data are also missing for several water bodies. Along these lines, further study is needed to determine the extent to which map-based parameters for geology can be used to replace chemical variables. Use of map-based data would also alleviate concerns of water bodies changing type due to seasonal and/or among-year variability of chemical variables.

Furthermore, it is recommended that quantitative data and not simply categorical classifications are reported into VISS (the Water Information System of Sweden). Additionally, types according to the Habitat Directive should be reported in VISS to allow an overview of needs and actions, and to be able to access harmonized information for reporting, comparisons or intercalibration according to other typologies.

# 1 Introduktion

Vattenförvaltningsförordningen, vattendirektivet samt art- och habitatdirektivet kräver att vi ska indela våra sjöar och vattendrag efter typ. Syftet med detta är att man ska kunna jämföra vatten med likartade naturliga förutsättningar som beror av klimat, naturgeografisk region, geologi mm. Det har blivit mycket tydligt när man jobbar för en bättre miljö på europainivå att det är viktigt att kunna jämföra likartade ekosystem med varandra för att kraven på åtgärder inte ska vara orättvisa mellan länder.

I och med vattendirektivets tillkomst infördes termen vattenförekomst. En vattenförekomst kan vara en sjö, men större sjöar med delbassänger kan behöva delas in i flera vattenförekomster. Likaså delas nästan alltid rinnanande vatten in i flera vattenförekomster eftersom grundförutsättningarna växlar beroende på om man är långt upp nära källflödet eller nära mynningen till en sjö eller havet.

En vattentyp definieras som flera vattenförekomster med samma eller likartade referensförhållanden av biogeografisk, hydromorfologisk och vattenkemisk karaktär. En bra typindelning ger lägre variation under referensförhållanden inom en vattentyp än mellan olika vattentyper. Problemet är att flera sätt att dela in existerar parallellt. Detta försvårar både planering och rapportering då sätten man delar in på inte är enkla att jämföra. Detta projekt har tillkommit för att man ser ett behov av att harmonisera de olika vattentyperna. Denna rapport är första steget i detta arbete. Det som efterfrågas är en sammanställning och jämförelse av de många existerande vattentyperna och hur de kopplar till olika behov, samt en jämförelse med hur närliggande länder löst sin typindelning. Vidare efterfrågas ett förslag på hur man skulle kunna dela in Sveriges ytvatten så att det passar så många behov som möjligt – en sammanhållen typologi.

Eftersom antalet vattenförekomster i Sverige är så stort, 22 786 stycken, är det mycket resurskrävande att mäta allt i alla dessa. Sjö- och vattendragstyperna bör därför helst också kunna användas för att man ska kunna planera och fördela övervakningsinsatser så att tillståndet kan bedömas i fler vattenförekomster än vad som övervakas. Vattenförvaltningen efterfrågar möjligheten att stratifiera övervakningsstationer slumpmässigt utifrån vattentyper och på detta sätt kunna skatta osäkerhet i statusbedömningar. Detta berörs bara översiktligt i denna rapport. En ny typologi måste fastställas och testas med biologiska data innan detta kan göras.

I denna rapport beskrivs existerande sätt att dela in i vattentyper i Sverige och närliggande länder med deras för- och nackdelar. Ett förslag till ny typindelning presenteras som kan passa många syften och underlätta planering och förvaltning i de fall där parallella typologier ändå behöver kvarstå. För- och nackdelar med olika sätt att typindela diskuteras, vilka parametrar som saknas, samt behovet av insatser för att kunna indela alla sjöar och vattendrag enligt en ny typologi. Kopplingen mellan typologi och de metoder som tas fram i projektet WATERS för att ta fram referensförhållanden och osäkerhetsanalyser beskrivs även kortfattat.



## 2 Sammanställning av existerande vattentyper för sjöar och vattendrag

Flera sätt att dela in vattentyper existerar parallellt och finns till för olika syften. Ett och samma vatten kan i nuläget delas in enligt minst fem olika typologier. I denna del går dessa igenom för en överblick samt för en jämförelse av hur de skiljer sig åt. De olika typindelningarna är:

- svenska vattentyper som togs fram 2006 och modifierades 2008 (NFS 2006:1 och NFS 2008:11),
- vattendirektivets två sätt att typindela, system A och B (Europainivå),
- interkalibrerade sjö- och vattendragstyper (Europainivå),
- typologier som används i Sverige för biologiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, samt
- art- och habitatdirektivets indelning av sjöar och vattendrag.

Medlemsstaterna i EU får utforma vattentyper så att de passar de nationella förutsättningarna optimalt, följaktligen typindelar länderna sina vatten på lite olika sätt. Ibland är indelningen inte enkelt kompatibel med vattendirektivets typologi. Vissa medlemsstater har gjort sin indelning efter vattendirektivets tillkomst och följer detta mer men har ändå nationella anpassningar. I slutet av denna del presenteras några närliggande länders sätt att typindela sjöar och vattendrag som exempel på hur nationella anpassningar kan se ut. Länderna är Finland, Norge och Storbritannien.

### 2.1 Svenska vattentyper enligt NFS 2006:1

Vattenmyndigheterna och vattenförvaltningen använder de svenska vattentyperna. Föreskriften NFS 2006:1 ändrades 2008 enligt NFS 2008:11. Ändringarna är införda i gällande NFS 2006:1

([http://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2006/nfs\\_2006\\_1k.pdf](http://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2006/nfs_2006_1k.pdf)).

Rapportering för vattendirektivet (direktiv 2000/60/EG) görs delvis enligt dessa svenska vattentyper.

Enligt NFS 2006:1 delas ytvattnen först in i sju limniska ekoregioner enligt figur 1. Sjöar benämns S och delas därefter in flera grupper om två med avseende på djup (medel eller max), yta, humus- och kalkhalt (tabell 1). Vattendragen benämns V och delas in i efter avrinningsområde, humus- och kalkhalt (tabell 2). Som exempel på hur vatten benämns enligt detta system kan nämnas sjön Erken i Uppland som benämns S4DLNY. Den ligger i ekoregion 4 och karakteriseras som en djup, stor, klar och kalkrik sjö. En typisk å, Fyrisån som rinner igenom Uppsala, benämns V4LYY för att den ligger i ekoregion 4 och karaktäriseras av ett stort avrinningsområde, hög humus- och kalkhalt.

Teoretiskt finns det 112 sjötyper varav 75 stycken finns rapporterade. För vattendrag finns alla teoretiskt möjliga typer också i verkligheten, 56 stycken. Det är dessa vattentyper som Sverige rapporterat in enligt Artikel 5 i vattendirektivet. Antalet sjöar och vattendrag i varje sjötyp redovisas i tabell 3 och redovisas även på webben för varje vattenmyndighet ([www.vattenmyndigheterna.se](http://www.vattenmyndigheterna.se)). Databasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige, [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se)) som används för att redovisa ytvattens status använder sig också av detta indelningssystem där man för varje vattenförekomst kan få information om hur ett vatten är typindelade enligt detta system.



*Figur 1.* Sveriges limniska ytvattenförekomster delas in i sju ekoregioner. 1. Fjällen över trädgränsen; 2. Norrlands, inland, under trädgränsen, över högsta kustlinjen; 3. Norrlands kust, under högsta kustlinjen; 4. Sydöst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Östersjön, under 200 m.ö.h.; 5. Södra Sverige, Skåne, Blekinges kust och södra Öland; 6. Sydväst, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Västerhavet, under 200 m.ö.h.; 7. Sydsvenska höglandet, söder om norrlandsgränsen, över 200 m.ö.h. Bild och text från NFS 2006:1.

Tabell 1. Grupper som sjöar delas in i enligt reviderade NFS 2006:1

<b>SJÖAR</b>				
<b>Djup (medel)</b>	<b>Djup (max)</b>	<b>Yta</b>	<b>Humus</b>	<b>Kalk (alkalinitet)</b>
> 4 m (D)	> 5 m (D)	> 10 km <sup>2</sup> (L)	> 50 mg Pt/l (Y)	>1,0 mekv/l (Y)
<= 4 m (S)	<= 5 m (S)	<= 10 km <sup>2</sup> (S)	<= 50 mg Pt/l (N)	<= 1,0 mekv/l (N)

Tabell 2. Grupper som vattendrag delas in i enligt reviderade NFS 2006:1

<b>VATTENDRAG</b>		
<b>Avrinningsområde</b>	<b>Humus</b>	<b>Kalk (alkalinitet)</b>
> 100 km <sup>2</sup> (L)	> 50 mg Pt/l (Y)	> 1,0 mekv/l (Y)
<= 100 km <sup>2</sup> (S)	<= 50 mg Pt/l (N)	<= 1,0 mekv/l (N)

I tabell 3 kan man se att för sexton av sjöarna och åtta av vattendragstyperna finns det endast en eller två representanter i typen vilket är ett problem om man för varje typ vill beräkna referensvärden och klassgränser i en femgradig skala för bedömning. Detta är en brist som skulle kunnat lösas genom att t.ex. slå ihop vattenförekomster som är ovanliga i en ekoregion med likartade vattenförekomster i en närliggande ekoregion.

Tabell 3. Antalet sjöar och vattendrag inom varje grupp enligt reviderade NFS 2006:1 och sorterat med vanligaste typ först.

Sjökod	Antal vattenförekomster	Vattendragskod	Antal vattenförekomster
S2DSNN	1658	V2SNN	3047
S2DSYN	703	V2SYN	2363
S3SSYN	679	V3SYN	2287
S2SSNN	615	V2LNN	1364
S2SSYN	572	V3LYN	946
S3DSYN	442	V1SNN	778
S1DSNN	405	V2LYN	738
S3DSNN	282	V3SNN	610
S3SSNN	195	V4SYN	577
S4DSYN	168	V6SYN	493
S2DLNN	159	V6LYN	292
S6DSYN	150	V3LNN	291
S4SSYN	136	V4LYN	218
S4DSNN	132	V4SYY	168
S6DSNN	131	V7SYN	145
S6SSYN	77	V4SNN	141
S1SSNN	52	V1LNN	123
S7DSYN	48	V2LNY	104
S4SSNN	41	V6SNN	104
S4DSNY	39	V2SNY	77
S7DSNN	38	V4LYY	67
S2SSNY	35	V5SYN	67
S3DLNN	34	V6LNN	59
S2DSNY	33	V4SNY	46
S6DLNN	32	V4LNN	42
S3DLYN	32	V5SNY	42
S4DLYN	31	V5LYN	40
S2DLYN	30	V7LYN	36
S7SSYN	24	V6LYY	32
S4SSYY	24	V6SYY	32
S4DLNN	22	V5LNY	30
S4SSNY	18	V2LYY	28
S6SSNN	15	V4LNY	21
S4DSYY	15	V2SYY	20
S1DLNN	14	V5LYY	20
S2DSYY	13	V5SYY	17
S1DSNY	12	V7SNN	17
S6DLYN	10	V1SYN	15
S2SSYY	8	V3SNY	15
S6DSYY	7	V3SYY	14

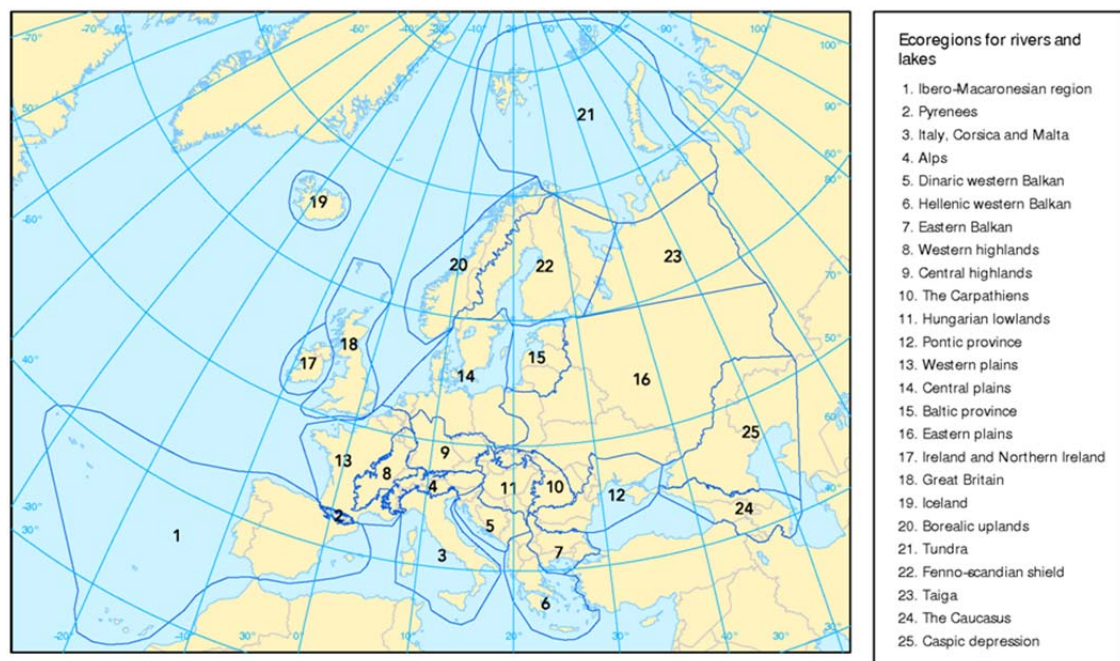
Institutionen för vatten och miljö

S5SSYN	7	V1SNY	7
S5SSNY	7	V7SYY	5
S5DSNN	7	V1LNY	4
S5SSNN	5	V3LNY	4
S5DSYN	5	V3LYY	3
S7DLNN	4	V5SNN	3
S6SSYY	4	V6SNY	3
S4DLYY	4	V7LNN	3
S4DLNY	4	V7LYY	2
S3SSYY	4	V1LYN	1
S3DSNY	4	V5LNN	1
S7SSNN	3	V6LNY	1
S6SLYN	3		
S5DSNY	3		
S5DLNY	3		
S3SSNY	3		
S3SLYN	3		
S3SLNN	3		
S2SLNN	3		
S7DSYY	2		
S7DLYN	2		
S6SLNN	2		
S5SLYN	2		
S4SLNN	2		
S1DSYN	2		
S6SLYY	1		
S5SSYY	1		
S5SLNY	1		
S5DLYN	1		
S5DLNN	1		
S4SLYY	1		
S4SLNY	1		
S2DLNY	1		
S1SSYN	1		
S1SSNY	1		
<b>Totalt antal</b>	<b>7 223</b>	<b>Totalt antal</b>	<b>15 563</b>

## 2.2 Vattendirektivets typologi enligt system A och B

Enligt vattendirektivet ska medlemsstaterna först dela in sina ytvatten i sex kategorier; floder, sjöar, vatten i övergångszon, och kustvatten, samt om vattnet är konstgjort eller kraftigt modifierat. Denna rapport gäller främst floder (älvar, vattendrag) och sjöar även om ett fåtal konstgjorda eller kraftigt modifierade ytvattenförekomster också förekommer. Efter denna grovindelning finns det två system som kan användas för att dela in ytterligare, system A och B.

Om system A används ska man först dela in efter ekoregioner enligt figur 2. Jämfört med ekoregioner enligt NFS 2006:1 motsvarar Illies ekoregion nr 14 fyra av de svenska: 4, 5, 6 och 7. Illies ekoregion 22 motsvarar region 3 och delvis 2. Illies ekoregion 20 motsvarar region 1 och delar av region 2. Efter indelning i ekoregion ska vattnen indelas enligt de deskriptorer, sammanfattade i tabell 4 för sjöar och tabell 5 för vattendrag, som anges för system A (Direktiv 2000/60/EG bilaga II).



Figur 2. Ekoregioner enligt Illies. För Sverige är det tre ekoregioner som är aktuella: 14 – centralslätten; 22 – fennoskandiska skölden och 20 – det boreala höglandet. Kartan kommer från <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ecoregions-for-rivers-and-lakes>.

Tabell 4. Deskriptorer för sjöar enligt system A (Direktiv 2000/60/EG bilaga II)

Höjdtypologi	Djuptypologi	Storlekstypologi (yta)	Geologi
Hög: > 800 m	< 3 m	0,5-1 km <sup>2</sup>	Kalkhaltig
Medelhög: 200-800 m	3-15 m	1-10 km <sup>2</sup>	Kiselhaltig
Lågländ: < 200 m	> 15 m	10-100 km <sup>2</sup>	Organisk
		> 100 km <sup>2</sup>	

Tabell 5. Deskriptorer för vattendrag enligt system A (Direktiv 2000/60/EG bilaga II)

Höjdstypologi	Storlekstypologi baserad på tillrinningsområdet	Geologi
Hög: > 800 m	Liten: 10-100 km <sup>2</sup>	Kalkhaltig
Medelhög: 200-800 m	Medelstor: > 100-1000 km <sup>2</sup>	Kiselhaltig
Lågländ: < 200 m	Stor: > 1000-10000 km <sup>2</sup>	Organisk
	Mycket stor: > 10000 km <sup>2</sup>	

För Sverige med system A finns det teoretiskt 324 olika typer för sjöar samt 108 olika typer för vattendrag. Några typer kommer att försvinna t.ex. återstår 270 typer om man tar hänsyn till att det inte finns sjöar över 800 m i två av Illiesregionerna. Detaljerad kunskap av exakt hur många typer som återstår vet man först om alla vattendistrikt rapporterar in alla sina vattenförekomster enligt detta system, något som hittills inte gjorts. En sådan inrapportering försvåras av att sjödjup (det är medeldjup som efterfrågas) saknas för de flesta sjöarna. Likaså är det inte beskrivet i vattendirektivet hur geologin ska bestämmas, ska man göra en indelning enligt system A behöver detta först definieras. Ytterligare ett problem är att i Sverige, t.ex. Uppland, finns det vattenförekomster som kan räknas som både kalkhaltiga och organiska (humösa), en grupp som saknas i system A.

Ett försök att grovindela i möjliga sjötyper enligt system A har, trots brister i definitioner av geologi och djupdata, ändå gjorts i ett samarbetsprojekt mellan SLU, SMHI och Fiskeriverket på uppdrag av Naturvårdsverket i projektet ”Referensnät för ytvattenstationer enligt ramdirektivet för vatten” (Wallin et al. 2002). Man typade enligt system A med hjälp av en modell för att beräkna medeldjup och bestämning av geologiska typer beroende på avrinningsområdets andel av kalk i berggrund och jordarter samt andelen myrmark i avrinningsområdet. Resultatet visade att de 6455 sjöar i sjöregistret med en yta över 0,5 km<sup>2</sup> fördelade sig i 96 vattentyper (av de 324 möjliga). Hälften av sjöarna återfanns inom endast fem vattentyper med det gemensamma att de alla är mellan 1-10 km<sup>2</sup>, är 3-15 m i medeldjup och är belägna under 800 m på kiselhaltig berggrund. Hela 90 % av sjöarna återfanns inom 25 vattentyper, vilket skulle kunna vara ett lagom antal typer för att indela sjöar. Liksom typologin i NFS 2006:1 fanns det många typer som endast representerades av en sjö, 17 typer med denna testindelning enligt system A.

System A har bedömts resultera i alltför många vattentyper för att vara hanterligt för svenska förhållanden (NV kartläggning och analys – Handbok 2007:3, kap 4, s 37). Sverige och många andra EU-länder har därför valt att klassificera enligt system B tack vare dess större flexibilitet. Den svenska typologin enligt NFS 2006:1 är alltså Sveriges version på system B. I system B karaktäriserar man enligt faktorer som antingen är obligatoriska eller i tillägg (Direktiv 2000/60/EG bilaga II), sammanfattade i tabell 6. I direktivet står det att om man använder system B måste man ändå uppnå minst samma differentieringsnivå som med system A. Det står även att medlemsstaterna ska överlämna en eller flera kartor (i GIS-format) över den geografiska lokaliseringen av typer som överensstämmer med den differentie-

ringsnivå som krävs enligt system A, vilket skulle innebära att data för klassificering enligt system A ändå behöver redovisas och finnas tillgängligt i t.ex. VISS-databasen.

Tabell 6. Alternativ karaktärisering enligt system B, med de fysikaliska och kemiska faktorer som bestämmer sjöns eller vattendragets karakteristika och följaktligen den biologiska populationens struktur och sammansättning (Direktiv 2000/60/EG bilaga II).

<b>SJÖAR</b>		<b>VATTENDRAG</b>	
<b>Obligatoriska faktorer</b>	<b>Tilläggfaktorer</b>	<b>Obligatoriska faktorer</b>	<b>Tilläggfaktorer</b>
höjd	vattnets medeldjup	höjd	avstånd från flodens källa
breddgrad	sjöns form	breddgrad	flödesenergi (funktion av flöde och fallhöjd)
längdgrad	uppehållstid	längdgrad	
djup	medellufttemperatur	geologi	vattnets medelbredd
geologi	lufttemperaturintervall	storlek	vattnets medelfallhöjd
storlek	blandningskarakteristik (t.ex. monomiktisk, dimiktisk, polymiktisk)		huvudflodbäddens förlopp och form
	syraneutraliserande förmåga (ANC)		vattenförings- (flödes)kategori
	bakgrunds näringsstatus		dalgångsprofil
			transport av fasta partiklar
	substratets genomsnittliga sammansättning		syraneutraliserande förmåga (ANC)
	vattenståndsvariation		substratets genomsnittliga sammansättning
			klorid
			lufttemperaturintervall
			medellufttemperatur
			nederbörd

## 2.3 Interkalibrerade sjö- och vattendragstyper

Genom att typindela på likartat sätt inom Europa möjliggör man jämförelser mellan medlemsstater. Men typindelning är inte nog, medlemsstaterna behöver även specificera vilka referensfilter de använder, vad som menas med hög, god och måttlig status för var och en av de biologiska, hydromorfologiska samt fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna för varje sjö- eller vattendragstyp. En interkalibrering av de olika kvalitetsfaktorernas klassgränser och referensvärden gjordes under flera faser med början 2004 och avslutning 2012 för att säkerställa att medlemsländerna använder relevant metodik för att bedöma ytvattens ekologiska status, samt att god ekologisk status och biologiska kvalitetsfaktorers referensvärden representerar samma nivå överallt i Europa. Sverige ingick i två grupper Northern och Central Baltic som leddes av EU-kommissionens arbetsgrupp Common Implementation Strategy Working Group A - Ecological Status (ECOSTAT).



Eftersom de flesta medlemsstater använt system B användes faktorer från system B för att välja ut gemensamma typer för interkalibreringen. Gemensamma typer för sjöar listas i tabell 7. För makrofytter i sjöar användes ytterligare en typologi (tabell 8). Vattendragens typologi beskrivs i tabell 9. Det som kan noteras för interkalibreringstyperna är att de inte följde Illies ekoregioner. Inte heller var sjöyta med som urskiljande parameter i interkalibreringen. För godkänd interkalibrering har nationella metoder att ta fram referensvärden och klassgränser testats på ett urval av ytvatten som representerade typerna i tabell 7-9, typer som också efterfrågas i rapportering till Europeiska miljöbyrån för att fastställa ”State of the Environment”.

*Tabell 7.* Beskrivning av gemensamma typer för sjöar som användes inom ECOSTATs interkalibrering för Northern och Central Baltic-grupperna. Indelning från WFD intercalibration technical report (Poikane 2009).

Grupp	Typ	Sjö karakteristika
Northern	LN1	Lågländ (<200m), grunda (3-15m), medelalkalinitet (0,2-1 mekv/l, klara (<30mg Pt/l)
	LN2a	Lågländ (<200m), grunda (3-15m), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), klara (<30mg Pt/l)
	LN2b	Lågländ (<200m), djupa (>15m), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), klara (<30mg Pt/l)
	LN3a	Lågländ (<200m), grunda (3-15m), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), humösa (30-90mg Pt/l)
	LN5a	Medelaltitud (200-800m), grunda (3-15m), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), klara (<30mg Pt/l)
	LN6a	Medelaltitud (200-800m), grunda (3-15m), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), humösa (30-90mg Pt/l)
	LN8a	Lågländ (<200m), grunda (3-15m), medelalkalinitet (0,2-1 mekv/l, humösa (30-90mg Pt/l)
Central Baltic	L-CB1	Lågländ (<200m), grunda (3-15m), hög alkalinitet (>1 mekv/l), uppehållstid 1-10 år
	L-CB2	Lågländ (<200m), mycket grunda (<3m), hög alkalinitet (>1 mekv/l), uppehållstid 0,1-1 år
	L-CB3	Lågländ (<200m), mycket grunda (<3m), medelalkalinitet (0,2-1 mekv/l, uppehållstid 1-10 år

*Tabell 8.* Beskrivning av typer använts inom makrofytinterkalibreringen inom ECOSTAT.

Typ	Sjökaraktäristik	Alkalinitet (mekv/l)	Färg (mg Pt/l)
101	Låg alkalinitet, klar	0,05-0,2	<30
102	Låg alkalinitet, humös	0,05-0,2	>30
201	Medelalkalinitet, klar	0,2-1	<30
202	Medelalkalinitet, humös	0,2-1	>30
301	Hög alkalinitet, klar	> 1	<30
302	Hög alkalinitet, humös	> 1	>30

Tabell 9. Beskrivning av gemensamma typer för vattendrag som användes inom ECOSTATs interkalibrering för Northern och Central Baltic-grupperna. Indelning från WFD intercalibration technical report. ARO=avrinningsområde. Vattendragsbredd gäller för högvatten.

Grupp	Typ	Vattendragskaraktäristika
Northern	R-N1	Lågland (<200m eller under HK), litet ARO (10-100km <sup>2</sup> ), kiselgeologi, medelalkalinitet (0,2-1 mekv/l), klara (< 30 mg Pt/l (<150 på Irland))
	R-N3	Lågland (<200m eller under HK), litet till medelstort ARO (10-1000 km <sup>2</sup> ), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), humösa (>30 mgPt/l)
	R-N4	Lågland (<200m eller under HK), medelstort ARO (100-1000 km <sup>2</sup> ), medelalkalinitet (0,2-1 mekv/l), klara (<30mg Pt/l)
	R-N5	Medelaltitud (>200m eller HK-800 m), litet ARO (10-100 km <sup>2</sup> ), låg alkalinitet (<0,2 mekv/l), klara (<30mg Pt/l)
	R-C1	Lågland, litet ARO (10-100 km <sup>2</sup> ), hög alkalinitet (>0,4 mekv/l), sandsubstrat (liten partikelstorlek), 3-8 m bredd.
Central Baltic	R-C2	Lågland, litet ARO (10-100 km <sup>2</sup> ), låg alkalinitet (<0,4 mekv/l), stenigt substrat, 3-8 m bredd.
	R-C3	Medelaltitud, litet ARO (10-100 km <sup>2</sup> ), låg alkalinitet (<0,4 mekv/l), stenigt (granit)-grussubstrat, 2-10 m bredd.
	R-C4	Lågland, medelstort ARO (100-1000 km <sup>2</sup> ), hög alkalinitet (>0,4 mekv/l), sand-grussubstrat, 8-25 m bredd.
	R-C5	Lågland med max altitud 800m i ARO, stort ARO (100-10000 km <sup>2</sup> ), hög alkalinitet (>0,4 mekv/l), barbzonen, variation i hastighet, >25m bredd.
	R-C6	Lågland, litet ARO med variant (10-300 km <sup>2</sup> ), mycket hög alkalinitet (> 2 mekv/l), grussubstrat (kalksten), 3-10 m bredd.
X-GIG	Very large rivers	Mycket stort ARO (>10000 km <sup>2</sup> )

### 2.3.1 Mycket stora floder

För rinnande vatten skapades en gemensam interkalibreringsgrupp för alla medlemsstater (XGIG) för floder med större avrinningsområde än 10 000 km<sup>2</sup>. För dessa nedre sträckor av stora avrinningsområden är det mycket svårt att hitta referensförhållanden, likaså är det ofta svårt med provtagning. Sverige har tretton avrinningsområden med mycket stora älvar enligt denna klassificering, men hos datavärdena finns i stort sett inga biologiska data från huvudälvfåran. Huvudfåran i de största älvarna kan sträcka sig flera mil uppströms innan avrinningsområdet blivit mindre än 10 000 km<sup>2</sup>. Trots mycket långa tidsserier för fysikalisk-kemiska variabler från mitten av 60-talet från flodmynningar kunde Sverige inte bidra till interkalibreringen med mer än 5 st (!) kiselalgsprov som snabbt togs fram som exempel på en ögonblicksbild från fem av våra största rinnande vatten. Kiselalger kan tas med liknande metodik i stora och små vattendrag, men för andra organismer behöver helt ny metodik tas fram för att på ett säkert och tillförlitligt sätt kunna provta t.ex. bottenfauna och fisk. Här saknas alltså inte bara övervakning, man behöver utveckla passande provtagningsmetodik och bedömningsgrunder som fungerar i dessa system med sina speciella förhållanden med ofta mycket stora vattenflöden.

## 2.4 Typologier för kvalitetsfaktorer

I Sverige finns ytterligare typologier som används i de svenska bedömningsgrunderna för att klassificera ytvattens status, HVMFS 2013:19. Kvalitetsfaktorerna kan vara antingen biologiska, fysikalisk-kemiska eller hydromorfologiska och i denna del beskrivs deras olika typindelningar i relation till övriga typologier.

### 2.4.1 Biologiska kvalitetsfaktorer

För biologiska kvalitetsfaktorer handlar det om växtplankton, makrofyter och bottenfauna som har typspecifika klassgränser och referensvärden (tabell 10). Gemensamt för dessa är att antalet typer är så lågt jämfört med andra typologier. Mellan tre och sju stycken beroende på organismgrupp (kvalitetsfaktor) och tillsammans kanske som mest tio stycken.

Alla tre biologiska kvalitetsfaktorer med typspecifika värden använder ekoregion, men bara delvis de svenska limniska ekoregionerna (som i figur 1) och endast bottenfaunan använder Illies ekoregioner (som i system A, figur 2). Dock sammanfaller vissa regiongränser som den för gränsen mellan södra och norra Sverige som alla tre kvalitetsfaktorer använder, Limes Norrlandicus. Norra Sverige delas in i en östlig och västlig del för att få med effekt av altitud och historik, dock helt olika för olika kvalitetsfaktorer. För växtplankton används den mest högt belägna trädgränsen, för bottenfauna ett mellanting med gränsen mellan Illies ekoregion 20 och 22, medan man för makrofyter använder den lägst belägna högsta kustlinjen.

I de flesta fall har Sveriges bedömning av hög, god, och måttlig status haft god överensstämmelse med övriga länder i interkalibreringen. Men för växtplankton tillkom två typer efter interkalibreringen då den gruppering som användes för södra Sveriges klara sjöar behövde specificeras ytterligare för att stämma med de gemensamma typer som användes i interkalibreringen. För parametern klorofyll justerades klassgränsen för måttlig status för sjöar med alkalinitet över 0,2 mekv/l, samt för de djupaste sjöarna (tabell 10 eller tabell 1.8 i HVMFS 2013:19). Kvalitetsfaktorerna hade inte tidigare delats in så detaljerat utan endast efter färg, vilket gjorde att typen södra Sveriges klara sjöar inbegrep hela tre av de EU-gemensamma sjötyperna LN1, LN2a och LN2b (jmf tabell 7 och 10).

Notera också att de bedömningsgrunder som finns för de biologiska kvalitetsfaktorerna fungerar utmärkt även för sjöar som är mindre än 0,5 km<sup>2</sup> och kan alltså användas även för att bedöma sjöar som inte ingår i vattendirektivet. Det beror på att underlagsmaterialet för nuvarande bedömningsgrunder baseras på data även från mycket små sjöar.

Tabell 10. Sammanställning av de typer som används för biologiska kvalitetsfaktorer i sjöar och vattendrag enligt HVMFS 2013:19.

Kvalitetsfaktor	Antal	Typ	Gränsvärden
Växtplankton	5 (7)	Fjällen ovan trädgränsen Norrländ, klara sjöar Norrländ, bruna sjöar Södra Sverige, klara sjöar Södra Sv., klara, djupa sjöar (klorofyll) Södra Sv., klara, medel till högalkalina sjöar (klorofyll) Södra Sverige, bruna sjöar	Limes Norrlandicus Klara sjöar, $\leq 30$ mg Pt/l Bruna sjöar, $\geq 30$ mg Pt/l Medel-hög alkalinitet, $\geq 0,2$ mekv/l Djupa sjöar, $> 15$ m medeldjup
Makrofyter	3	Norr om Limes Norrlandicus, över högsta kustlinjen Norr om Limes Norrlandicus, under högsta kustlinjen Söder om Limes Norrlandicus	Limes Norrlandicus Högsta kustlinjen
Kiselalger	1	<i>Samma typ för hela landet</i>	
Bottenfauna	3	Illies ekoregion 20, Boreala högländet Illies ekoregion 22, Fennoskandiska skölden Illies ekoregion 14, Centralslätten	
Fisk		<i>Modell med detaljerade omgivningsfaktorer ersätter typ</i>	

### 2.4.2 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer

För fysikalisk-kemiska bedömningsfaktorer (totalfosfor, siktdjup, syrgas och pH-förändring) används inte typindelning. Referensvärden baseras på förhållanden mellan parametrar som tagits fram med modeller. Vissa uppgifter som ingår i beräkningarna är dock desamma som efterfrågas för indelning i typologier som medeldjup för bedömning av syrgasförhållanden och sjöyta eller avrinning till ytvattenförekomsten för bedömning av pH-förändring.

### 2.4.3 Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

Inte heller för bedömning av hydromorfologisk status används typindelning (HVMFS 2013:19). Däremot finns det hydromorfologiska typer för både sjöar och vattendrag med syfte att underlätta fastställande av referensförhållanden. Dessa typer är utvalda för att de representerar olika hydromorfologiska processer med specifika hydromorfologiska strukturer som följd. Typologi enligt hydromorfologi är i nuläget inte överförbart till något av de andra sätten att indela, men nog så viktigt som strukturerande faktor. Sjöar delas t.ex. in efter den dominerande process som bildat sjön i fem huvudgrupper med totalt 18 undergrupper:

- Sjöar i tektoniska bäcken
- Sjöar i glaciala erosionsbäcken
- Glaciala dämningbäcken
- Naturliga, icke glaciala sjöar och

- Artificiella sjöar och konstgjorda vatten

Vattendragen delas in sex grupper och 15 undergrupper, främst efter vattendragets lutning som sedan i sin tur styr processer som meandering och typ av bottenmaterial:

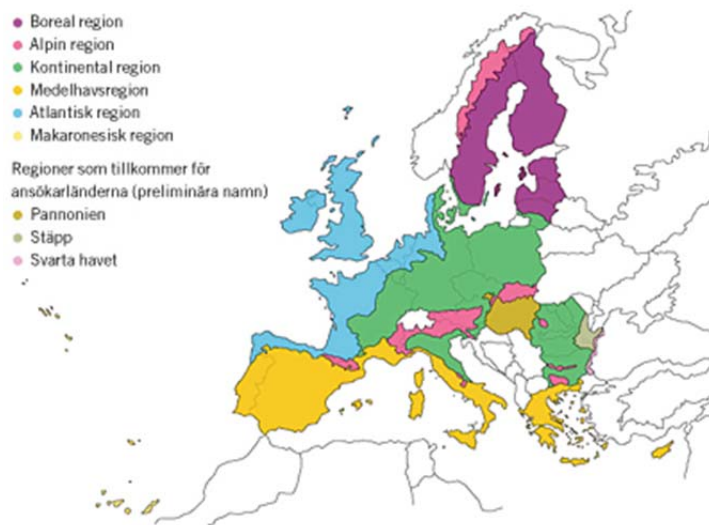
- Branta vattendrag i fast berg
- Branta vattendrag med sten och turbulent flöde
- Breda vattendrag med regelbundet växlande strömsträckor och höljor
- Vattendrag med flera parallella fåror
- Överfördjupat vattendrag i finkorniga sediment
- Vattendrag i torv

En sjö utgör alltid en hydromorfologisk typ medan ett vattendrag kan innehålla en eller flera enheter med olika hydromorfologiska typer. Om en hydromorfologisk typ förekommer i flera sammanhängande vattenförekomster kan den utgöra grund för att gruppera vattenförekomster. Kanske borde de hydromorfologiska typerna även utgöra grund för att kunna slå ihop mindre vattenförekomster till större.

De hydromorfologiska bedömningsgrunderna och typerna är så nya att VISS inte hunnit kompletteras med information för dessa. Inte heller har ytvatten klassificerats eller rapporterats in efter hydromorfologiska typer. Det önskvärt att detta görs på ett enhetligt sätt för hela landet gärna i ett projekt som bygger på data och information som redan tagits fram inom den grupp som tagit fram dessa bedömningsgrunder. För vattendrag bör det vara relativt enkelt att göra genom att använda bl.a. höjddatabasen. Sjötyperna kan vara svårare att dela in baserat på kartdata. Sjöindelningen kan behöva kompletteras med inventering för att komma åt vissa processer. Varje vattenförekomsts typ enligt hydromorfologisk typologi bör förstås redovisas i VISS så fort den är fastställd.

## 2.5 Habitatdirektivets indelning av sjöar och vattendrag

När Sverige rapporterar till art- och habitatdirektivet (92/43/EEG) används ytterligare ett sätt att indela ytvatten. Art- och habitatdirektivet (AHD) använder sig av en ekoregionindelning som baserar sig på terrestra växtekologiska zoner och för Sveriges del rör sig om tre stycken (figur 3). Gränsen mellan alpin och boreal region enligt AHD sammanfaller nästan med den mellan region 20 och 22 enligt Illies. Den sydligare indelningen är däremot helt olik. AHD saknar helt en gränsdragning liknande den vid Limes Norrlandicus. AHD har istället lagt till en sydlig region som får med västkusten, Skåne, Blekinge samt Öland som en kontinental region (figur 3). Kännedom om och möjlighet att använda de olika direktivens ekoregionindelning för planering och övervakning ökar om databaser sammanlänkas, särskilt värdefullt bör det vara att i VISS lätt komma åt indelning enligt AHD:s ekoregioner.



Figur 3. Art- och habitatdirektivets innebär tre ekoregioner för Sveriges del: alpin, boreal samt kontinental region. Dessa sammanfaller inte med de svenska limniska ekoregionerna och endast delvis med Illies ekoregioner. Gränsen mellan Illies ekoregion 20 och 22 sammanfaller nästan men inte exakt med gränsen mellan alpin och boreal region enligt art- och habitatdirektivet.

Åtta limniska naturtyper ingår enligt art- och habitatdirektivets bilaga 1 (tabell 11) och det finns ytterligare limnisk naturtypindelning som inte ingår i AHD. Klassificering enligt AHD:s limniska naturtyper bör i flera fall sammanfalla med statusbedömningar och referensvärden som görs enligt vattendirektivet. Samordningsvinster bör kunna göras vid bedömning och övervakning av dessa ytvatten. Det vore därför önskvärt att ytvatten som klassificerats och rapporterats enligt AHD förs in eller kopplas till VISS för att möjliggöra och underlätta samordning av övervakningsinsatser och underlag till rapportering.

Av limniska naturtyper som inte ingår i AHD är några klassificeringar/indelningar även intressanta eftersom de innefattar en bedömning av status och därför bör sammanfalla med statusbedömningar enligt bedömningsgrunderna (HVMFS 2013:19), särskilt för hydromorfologisk påverkan och näringspåverkan. Detta gäller artificiella småvatten i skog (viltvatten, dammar, kod 3910), oligotrof, mesotrof och eutrof starkt påverkad sjö (koderna 3941, 3950, 3951), samt mindre och större vattendrag med låg grad av naturlighet (koderna 3970 och 3980). Naturvårdsverket samlar vägledningar för Natura2000-arbete och naturtyper enligt AHD för sötvatten på websidan: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning-amnesvis/Natura-2000/Natura-2000-Sotvatten/>.

Tabell 11. Limniska naturtyper enligt art- och habitatdirektivet.

Kod	Naturtyp	Kortnamn
3110	Oligotrofa mineralfattiga vatten på atlantiska sand-slätter med amfibisk vegetation bestående av notblomster, strandpryl och braxengräs.	Näringsfattiga slättlandssjöar
3130	Oligo-mesotrofa stillastående vatten med vegetation av strandpryl och braxengräs eller annuell vegetation på exponerade stränder	Ävjestrandssjöar
3140	Kalkrika oligo-mesotrofa vatten med bentiska kran-salger	Kransalgssjöar
3450	Naturligt eutrofa sjöar med nate- eller dybladsvegetation	Naturligt näringsrika sjöar
3160	Naturligt dystrofa sjöar och småvatten	Myrsjöar
3210	Naturliga större vattendrag och fennoskandisk typ	Större vattendrag
3220	Alpina vattendrag med örtrik strandvegetation	Alpina vattendrag
3260	Vattendrag med flytbladsvegetation eller akvatiska mossor	Mindre vattendrag

### 3 Hur indelar andra medlemsstater

#### 3.1 Finland

Finland tillhör bara en ekoregion enligt Illies (22) vilket gör att ekoregionsgrupperingen försvinner. Dessutom är landet till största delen relativt låglänt vilket har gjort att de i stort har utelämnat höjdtypologin. Tillsammans bidrar detta till att hålla antalet typer lågt, särskilt för sjöarna. För sjöarna har man ändå delat in i ytterligare en ekoregion genom att alla sjöar i norra Lappland förts till en grupp, det är också den region som är mest höglänt (oklart hur det skiljer för andra deskriptorer). Finland har nyligen gjort en revidering av vattentyperna, som nu har blivit några fler.

##### 3.1.1 Sjöar

Finland delar in sina sjöar i 15 sjötyper (källa Marko Järvinen, SYKE). Alkalinitet är bara utskiljande i tre typer och då vid höga halter. I övrigt delas sjöarna in i tre storleksklasser för sjöyta (som inte följer system A, istället används <5, 5-40 och >40 km<sup>2</sup>) och sedan efter hur humösa vattnen är i tre grupper: <30, 30-90 och >90 mg Pt/l. Även grunda sjöar skiljs ut (< 3 m). Sammanlagt med vissa ihopslagningar av ytgrupper för vissa humusklasser blir de finska sjötyperna, med ungefärlig interkalibreringstyp efter ~-tecknet:

1. Små och medelstora, humusfattiga sjöar (Vh) ≈ LN2a
2. Små humussjöar (Ph) ≈ LN3a
3. Medelstora humussjöar (Kh) ≈ LN3a

4. Stora humusfattiga sjöar (SVh)  $\approx$  LN2a
5. Stora humussjöar (Sh)  $\approx$  LN3a
6. Humusrika sjöar (Rh)
7. Grunda humusfattiga sjöar (MVh)
8. Grunda humussjöar (Mh)
9. Grunda humusrika sjöar (MRh)
10. Sjöar med kort genomströmningstid (Lv)
11. Sjöar i Norra Lappland (PoLa)  $\approx$  LN5 och LN6a
12. Sjöar med naturligt höga kalkhalter (Rk)
13. Sjöar med naturligt höga näringshalter (Rr)
14. Sjöar med naturligt höga närings- och kalkhalter (RrRk)
15. Övriga sjöar

### 3.1.2 Vattendrag

Finland delar in sina rinnande vatten i 18 älvtyper (källa Marko Järvinen, SYKE). Avrinningsområdesgrupperna följer samma gruppering som rekommenderas i system A med tillägget att man inte sätter någon nedre gräns på vattendrag i den minsta ARO-gruppen och därmed täcker in även mycket små rinnande vatten med avrinningsområden  $<10 \text{ km}^2$ . Nyligen lades typer till för vattendrag över trädgränsen. Geologin delar de in i tre grupper som troligtvis mest liknar den geologiska indelningen enligt system A (jmf med tabell 6):

- Torv:  $> 90 \text{ mg Pt/l}$  och  $> 25\%$  torvmark i avrinningsområdet.
- Moar:  $< 90 \text{ mg Pt/l}$  och  $< 25\%$  torvmark i ARO (Moar är troligtvis plural av mo).
- Lermarker: dominans av lerturbiditet.

Älvtyperna är, med ungefärlig EU-typ efter  $\approx$ -tecknet:

1. Små älvar på torvmarker (Pt)  $\approx$  R-N3
2. Små älvar på moar (Pk)  $\approx$  R-N1
3. Små älvar på moar över trädgränsen (Pk-Po)
4. Små älvar på lermarker (Psa)
5. Medelstora älvar på torvmarker (Kt)  $\approx$  R-N3
6. Medelstora älvar på torvmarker över trädgränsen (Kt-Po)
7. Medelstora älvar på moar (Kk)  $\approx$  R-N4
8. Medelstora älvar på moar över trädgränsen (Kk-Po)
9. Medelstora älvar på lermarker (Ksa)
10. Stora älvar på torvmarker (St)
11. Stora älvar på torvmarker över trädgränsen (St-Po)
12. Stora älvar på moar (Sk)
13. Stora älvar på moar över trädgränsen (Sk-Po)
14. Stora älvar på lermarker (Ssa)
15. Mycket stora älvar på torvmarker (Est)
16. Mycket stora älvar på moar (ESk)
17. Mycket stora älvar på moar över trädgränsen (ESk-P)



## 18. Övriga (U)

## 3.2 Norge

Ekoregionsmässigt domineras Norge av ekoregion 20, boreala högländerna. En mycket liten del i sydost tillhör region 14, centralslätten. Norge har även sjöar i region 21, som kallas tundraregionen och består av nordostligaste delen av landet på gränsen till Ryssland samt vatten på öar norr om norska fastlandet t.ex. Svalbard. Norge använder system B och verkar inte inkludera ekoregioner i typologin.

### 3.2.1 Sjöar

Sjötyperna är 24 till antalet och 12 av dem motsvaras av typer enligt de som användes inom interkalibreringen. Indelningen följer höjdtypologin från system A och geologin är ersatt med humus- och kalkhalt enligt samma grupper som användes inom interkalibreringen med tillägget att Norge finindelar gruppen med lågalkalina sjöar i de över och under en alkalinitet på 0,05 mekv/l. De verkar inte ha sjöar över 1 mekv/l då den gruppen utgått. Gruppering efter sjöyta är grövre än vad vattendirektivet rekommenderar, endast två grupper finns, mindre och större än 5 km<sup>2</sup>. Tabell 12 sammanfattar den norska sjötypologins grupper.

Tabell 12. Norges sätt att indela sjöar i grupper. Trots 108 teoretiska typer rapporteras endast 24 typer.

Sjöyta	Kalkhalt	Alkalinitet	Humus	Altitud
små, < 5 km <sup>2</sup>	<1 mg Ca/l	<0,05 mekv/l	<30 mg Pt/l	lågland <200 möh
stora, > 5 km <sup>2</sup>	1-4 mg Ca/l	0,05-0,2 mekv/l	30-90 mg Pt/l	skog 200-800 möh
	4-20 mg Ca /l	0,2-1 mekv/l		fjäll >800 möh

### 3.2.2 Vattendrag

Älvtyperna är 18 till antalet och 12 av dem saknar motsvarighet enligt interkalibreringssystemet. Man använder sig av samma indelning för kalk- och humushalt, samt altitud som för sjöarna (tabell 12). Storleksmässigt delar man enligt samma intervall på avrinningsområden som i system A, med skillnaden att man slår ihop alla avrinningsområden större än 1000 km<sup>2</sup> till en grupp.

## 3.3 Storbritannien

Rapporteringsmässigt delar Storbritannien in enligt system B för sjöar och system A för floder. Hydromorfologiskt gör de också en indelning, som de nya svenska hydromorfologiska bedömningsgrunderna är en översättning av, men den indelningen verkar inte användas till rapportering.

### 3.3.1 Sjöar

Storbritannien använder alkalinitet som ersättning för geologi och de delar endast in sjöarna i två djupgrupper, de med mindre eller större medeldjup än 3 m. De testade indelning med avseende på altitud som i system A, men det var inte utslagsgivande på biologin så man valde att endast ha en grupp för detta. Man delar in sjöarna enligt tre grupper för sjöyta, 0,01-0,09 km<sup>2</sup>, 0,1-0,49 km<sup>2</sup> samt 0,5-100 km<sup>2</sup>, där endast den största kategorin är den som ingår i vattendirektivet. Storbritannien har prioritet på denna kategori och lägger till sjöar i de mindre storleksklasserna vid behov. Indelning enligt detta sätt ger färre kategorier än med system A och liknar mycket indelningen i interkalibreringen. Totalt rapporterar man 33 sjötyper.

### 3.3.2 Vattendrag

System A används för grovindelning av vattendragen enligt tabell 6. På detta sätt får man 18 huvudtyper för vattendrag. Eftersom Storbritannien rapporterar 45 typer för vattendrag har de ytterligare indelning som inte gick att klarlägga, men delvis beror på den på ekoregionsindelning och kanske även på hydromorfologisk indelning.

## 3.4 Reflektioner från grannländernas typologier

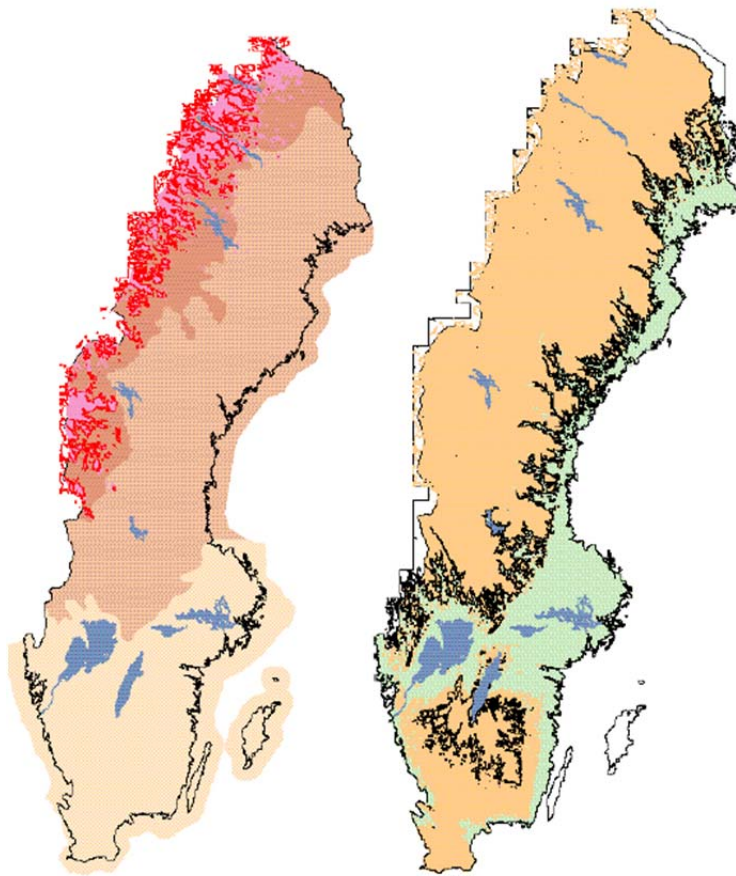
Antalet typer som närliggande länder rapporterar varierar för sjöar från 15 till 33 och för vattendrag från 18 till 45. Lågt antal beror främst på få ekoregioner, men även på att sammanslagningar gjorts för storleksklasser av sjöyta och avrinningsområde. Gemensamt för länderna är också att indelningen ger ett stort antal teoretiska typer men ganska få typer i realiteten. Liknande sammanslagningar bör vara möjliga också i Sverige, särskilt om man så småningom kan visa att vissa typer inte är utslagsgivande på de biologiska kvalitetsfaktorerna.

## 4 Altitud och ekoregion

Typindelningar måste jämföras med biologiska data för att se om indelningen verkligen leder till minskad variation inom en typ. Flera studier av detta gjordes när man tog fram underlagsdata för de biologiska kvalitetsfaktorerna i början på 2000-talet. Man testade framförallt olika ekoregionsindelningar. I denna del används dessa studier för att se om ekoregionsindelningen kan kopplas ihop med höjdindelningen för att kunna reducera antalet typer.

I en tidigare rapport om förslag till typologi för Sveriges ytvatten (Fölster et al. 2003) togs kartor fram som tydligt visar var gränserna går för olika sätt att avgränsa med avseende på altitud och olika ekoregioner (Figur 4). Vattendirektivets system A delar in i höjdgrupper med avgränsningar vid 200 och 800 m. I Sverige anses fjäll vara höjder som är över 800 m. (Jonasson 1996), vilket alltså samman-

faller bra med vattendirektivets 800 m-gräns. Däremot kan gränsen för kalfjäll ligga antingen högre eller lägre beroende på var i fjällkedjan man befinner sig; i södra delarna av fjällen ligger trädgränsen ofta högre än 800 meter medan den i norra Sverige ofta ligger under 800 m. Trädgränsen vandrar uppåt på sluttningarna som svar på ett varmare klimat, vilket kan vara en nackdel om man vill ha en stabil parameter att klassificera efter. Gränsen för 200 m sammanfaller ganska väl med gränsen för högsta kustlinjen (HK) i norra Sverige. I södra Sverige ligger gränsen för HK mycket mera låglänt och istället är det ekoregionen sydsvenska höglandet, eller småländska höglandet (limnisk ekoregion 7 i figur 1), som avgränsas nedåt just av 200 m-höjdkurvan. Vill man minska antalet typer bör man alltså utnyttja sambandet mellan regionindelning och altitud.



*Figur 4.* Kartorna visar hur ekoregiongränser och altitudindelningar förhåller sig till varandra. Den vänstra kartans toner i brunt visar ekoregioner enligt Illies. Den röda gränsdragningen visar 800 möh linjen medan rosa ytor visar kalfjäll. Den högra kartan visar sambandet mellan högsta kustlinjen (beige yta över HK, grön yta under HK) och 200 möh linjen i svart. Kartor från Fölster et al. (2003).

## 4.1 Alpina regionen

För många organismgrupper gäller att det är artfattigare i fjällen, för vattenlevande organismer har det visats för växtplankton i sjöar (Willén & Larson 2004) och bottenfauna i rinnande vatten (Sandin & Johnson 2000). För växtplankton har man

visat att höglänta sjöar tydligt skiljer ut sig jämfört mot låglänta (Sonesten & Wihlander 2006), där sambandet mellan klorofyll och totalfosfor är annorlunda för sjöar över trädgränsen jämfört med de i resten av landet. I en annan växtplanktonstudie som testade bland annat ekoregion enligt Illies och höjdklassningar enligt system A, kom höjdklasserna ut bättre än ekoregion för olika växtplanktonparametrar (Willén & Larson 2004). För växtplankton är därför troligtvis 800 m gränsen och trädgränsen tydligare strukturerande än Illies ekoregion.

För makrofyter har de svenska limniska ekoregionerna enligt NFS 2006:1 testats och av dessa skilde inte fjällregionen ut sig som viktig med det datamaterial som då fanns tillgängligt (Ecke 2007). Det ska dock påpekas att dataunderlaget för makrofyter var litet från höglänta områden.

För bottenfauna i sjöar verkar höglänt inte skilja sig så mycket från nordligt. Redan norr om Limes Norrlandicus är det mycket artfattigt och fjällen skiljer inte ut sig ytterligare (Johnson 2000).

För fisk är det mycket mer komplicerat där fiskens invandringshistoria efter istiden, olika arters anpassningsförmåga till fysiska och kemiska förutsättningar, samt olika biologiska faktorer styr. Den svenska indelningen i limniska ekoregioner med t.ex. indelning av södra Sverige i en östlig och västlig del gjordes för att just fisken skiljer sig mellan dessa regioner. En så fin indelning är inte nödvändig för de andra kvalitetsfaktorerna och nuvarande fiskindex invänder inte heller den svenska limniska ekoregionindelningen utan använder istället en modell där information anges om just det aktuella ytvattnets höjd över havet, historiska uppgifter om vandrande fisk för att skilja ut naturliga från mänskligt byggda vandringshinder, samt förhållandet till högsta kustlinjen.

Höglänt, ungefär avgränsat som fjällen, är en viktig strukturerande skiljelinje för många organismer vilket gör att detta bör vara en utmärkt skiljelinje i en typologisk indelning. Däremot är det inte klarlagt vilken exakt gräns som är den bästa. Förslaget är att använda gränsen för fjäll på 800 m, med motiveringen att det är en gräns som inte ändrar sig med tiden. Vattendrag och sjöar i detta område kommer troligtvis att ha avrinningsområden som klart domineras av kalfjäll vilket bör vara en starkt strukturerande faktor för de biologiska kvalitetsfaktorerna.

## 4.2 Limes Norrlandicus

Norrlandsgränsen är en viktig gräns för terrestra ekosystem. Även för akvatiska organismer är denna gräns viktig och bör därför finnas med om man ska dela in i typologier efter ekoregion. Som exempel kan nämnas, växtplankton i sjöar (Weyhenmeyer et al. 2012) och bottenfauna i rinnande vatten (Sandin & Johnson 2000) som har generellt högre biomassa söder om Limes Norrlandicus-gränsen. För bottenfauna har även visats att sjöar söder om Limes Norrlandicus är artrikare (Johnson 2000).

### 4.3 Högsta kustlinjen vs. 200 m

Som man ser i figur 4 sammanfaller högsta kustlinjen (HK) i norra Sverige nästan helt med 200 m-gränsen. I södra Sverige däremot är det en mycket större yta som ligger över HK än vad som ligger över 200 m. Eventuella skillnader mellan dessa sätt att indela borde alltså vara större i södra Sverige. För växtplankton är humus- och kalkhalt mycket viktigare strukturerande faktorer än sjöns läge nedanför fjällen vilket gör att ekoregioner och höjdskillnader blir mindre viktiga. För makrofyter har det däremot visat sig vara viktigt med både Limes Norrlandicus och högsta kustlinjen i Norrland men inte i Södra Sverige. Sammantaget innebär detta att det fungerar relativt bra att inte dela in efter höjd söder om norrlandsgränsen. Däremot kan HK/200m-gränsen vara viktig att ha med i norra Sverige.

## 5 Förslag till ny typologi

Förslaget till en ny typologi för sjöar sammanfattas i tabell 12 och för vattendrag i tabell 13 med motiveringar till indelningen i texten nedan.

Tabell 13. Föreslagen ny typologi för sjöar med 48 teoretiska typer

Region	Medeldjup	Alkalinitet	Humus
Södra Sverige	< 3 m	< 1 mekv/l	< 30 mg Pt/l
Norra Sverige; < 200m	3-15 m	> 1 mekv/l	> 30 mg Pt/l
Norra Sverige; 200-800m	> 15 m		
Norra Sverige; >800m			

Tabell 14. Föreslagen ny typologi för vattendrag med 36 teoretiska typer.

Region	Storlekstypologi baserad på tillrinningsområdet	Vattendragslutning
Södra Sverige	< 100 km <sup>2</sup>	< 0,1 %
Norra Sverige; <200m	100-1000 km <sup>2</sup>	0,1-2 %
Norra Sverige; 200-800m	> 1000 km <sup>2</sup>	> 2 %
Norra Sverige; >800m		

### 5.1 Ekoregion och höjdgrupperingar

Förslaget är att först dela in efter region som då är en sammanslagning av altitud och ekoregion för att få ner antalet typer enligt resonemanget i del 4. Hela södra Sverige tillhör enligt detta förslag en grupp motsvarande Illies region 14 som även sammanfaller med Limes Norrlandicus. Söder om denna gräns används inte höjdstypologin. Vid rapportering skulle man kunna approximera hela området till att ligga under 200 m, eftersom det är en så liten area som ligger över denna altitud. För sjöar som är vattenförekomster rör det sig om 114 stycken (av totalt 1234) där

den högst belägna ligger på endast 329 m, vilket är relativt nära 200 m gränsen och mycket långt ifrån den övre gränsen på 800 m. Högsta punkten för småländska höglandet är 377 m, vilket gör att inte ens den minsta bäck ligger högre än så. Det samma gäller nordvästra delen av södra Sverige, nära gränsen till Limes Norrlandicus i Dalsland och södra Värmland, avrinningsområdena alltid är belägna lägre än 300 m, eller mer exakt 302 m (Dalsland) och 307 m (Säffle kommun).

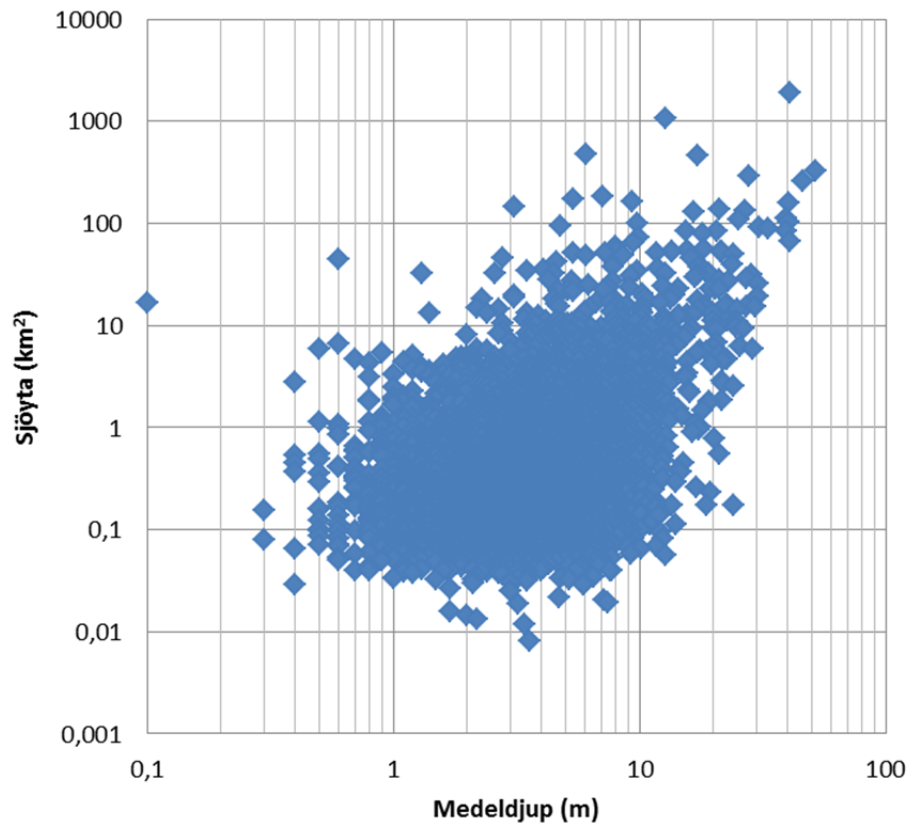
När det gäller norra Sverige bör man indela enligt tre höjdgrupper som i system A och inte enligt Illies ekoregioner. Här skulle kalfjäll kunna vara ett alternativ till 800 m gränsen. Rekommendationen blir ändå 800 m eftersom denna gräns kommer att ligga still medan gränsen för kalfjäll ändras om klimatet blir varmare. I norra Sverige skulle man istället för 200 m-gränsen lika gärna kunna använda HK, skillnaden bör inte vara stor eftersom de i stort sett sammanfaller. Vill man testa hur olika val av gränser slår kan man använda datamaterialet från projektet WATERS och testa de biologiska kvalitetsfaktorerna för att få svar på om det är just HK eller 200 m respektive kalfjäll eller 800 m som är de bästa gränserna för indelningen. För att bestämma referensvärden och klassgränser i större skala bör det inte bli någon skillnad men för bedömningen av en enskild vattenförekomst skulle det kunna vara viktigt beroende på hur den dominerande delen av avrinningsområdet ligger i förhållande till dessa gränser.

Ekoregion och höjndelningar i kombination ger en indelning i fyra regioner, södra Sverige, norra Sverige under 200 m, norra Sverige 200-800 m och norra Sverige över 800 m. Typerna minskar från möjliga nio till fyra på detta sätt.

## 5.2 Sjästorlek och sjödjup

Sjästorleken påverkar tillsammans med djupet hur många olika habitat en sjö rymmer. Till exempel har inte små sjöar normalt något större område med vind-exponerad litoral; mycket grunda sjöar saknar habitatet profundal och är sällan temperaturskiktade på sommaren.

Sjästorlek användes inte i interkalibreringen och för svenska biologiska kvalitetsfaktorer används den endast för fisk. Sjödjupsindelningar enligt system A är bra och bör användas. Dessutom har den använts vid interkalibreringen av biologiska kvalitetsfaktorer och visat sig fungera särskilt väl för växtplankton, där referensvärden och klassgränser skiljer sig mellan sjöar som delas in i kategorier efter medeldjup. Det innebär att Sverige behöver tre grupper för djuptypologi, enligt system A, dvs. baserat på medeldjup och med gränser vid medeldjupet 3 och 15 m. Frågan är om det räcker att använda sjödjup, om båda deskriptorerna behövs, eller om den ena kan sägas vara en funktion av den andra? För att ta reda på detta analyserades sambandet mellan sjöyta och medeldjup för de sjöar som data finns tillgängliga för i SMHI:s sjöregister. Ur materialet med 65 535 sjöar selekterades 5165 sjöar ut som har angivet både sjöyta och medeldjup (figur 5). Av dessa är det 1775 sjöar som är större än 0,5 km<sup>2</sup>, gränsen för vattenförekomst enligt vattendirektivet.



Figur 5. Sjöarea och medeldjup för 5165 svenska sjöar. Data från SMHI och projektet Sjölyftet.

I figur 5 kan man se att stora sjöar varierar mycket i medeldjup, men sällan är riktigt grunda, liksom att små sjöar sällan har ett medeldjup över 15 m. Detta är logiska samband och inga nyheter. Däremot är det inte lika självklart att göra en modell av detta samband då variationen är så stor. Intressant är ändå att djupklassen 3-15 m är vanligast i alla storleksklasser av sjöar, även de under  $0,5 \text{ km}^2$ . I tabell 15 sammanfattas sjöarnas fördelning i olika storleks- och djupkategorier. För sjöar större än  $0,5 \text{ km}^2$  är medeldjupet 5,9 m, mediandjupet 4,6 m och rapporterade medeldjup varierar mellan 0,1 (Hammarsjön, Skåne län) och 51,8 m (Torneträsk, Norrbottens län). För riktigt små sjöar,  $< 0,5 \text{ km}^2$ , är medeldjupet 3,6 m och mediandjupet 3,2 m. Minsta rapporterat medeldjup för riktigt små sjöar är 0,3 m (Ylivuopio, Norrbottens län) och djupast rapporterat medeldjup är 24,1 m (Skiren, Östergötlands län).

Tabell 15. Antalet sjöar i olika djupkategorier indelat i stora, små och mycket små sjöar. Data som i figur 5.

Sjöstorlek	Antal	Antal m djup	Djupkategori	Antal	%
> 10 km <sup>2</sup>	378	159	< 3 m	11	7
			3-15 m	92	58
			> 15 m	56	35
0,5-10 km <sup>2</sup>	6396	1616	< 3 m	462	29
			3-15 m	1118	69
			> 15 m	36	2
< 0,5 km <sup>2</sup>	58761	3390	< 3 m	1534	45
			3-15 m	1851	54
			> 15 m	5	0,1
<b>Totalt</b>	<b>65 535</b>			<b>5 165</b>	

Figur 5 visar att en grov gräns på 10 km<sup>2</sup> för att indela sjöstorlek mycket väl kan användas, precis som i NFS 2006:1, om man vill använda sjöyta som urskiljande faktor. Frågan är ändå om det är nödvändigt då varken interkalibrering eller de svenska biologiska kvalitetsfaktorerna identifierar det som en faktor som ger olika referensvärden eller klassgränser. Förslaget är därför att inte använda sjöyta som urskiljande faktor i steg ett. Om projektet WATERS ändå identifierar det som en viktig urskiljande faktor kan den enkelt läggas till.

### 5.3 Avrinningsområdets storlek och vattendragets lutning

Många medlemsländer använder system A rakt av för vattendrag. För att få med små vattendrag som inte ingår i direktivet föreslås att Sverige gör som Finland gjort och slår ihop vattendrag med avrinningsområden (ARO) < 10 km<sup>2</sup> med gruppen över så att alla vattendrag med mindre ARO än 100 km<sup>2</sup> hamnar i en grupp. Vidare föreslås att liksom i Norge slå ihop alla vattendrag med ARO över 1000 km<sup>2</sup> till en grupp vilket minskar antalet typer ytterligare. Denna indelning efter avrinningsområdets storlek föreslås också i Fölster et al. (2003).

Vidare föreslås hydromorfologisk typologi ingå i grundtypologin för vattendrag genom att dela in i kategorier efter vattendragets lutning. I föreskrifterna anges ett flödesschema som hjälp vid indelning enligt hydromorfologiska typer (HVMFS 2013:19, s. 110). Kategorigränserna i detta flödesschema indelas efter > 10 %, 2 % och 0,1 % lutning, och förslaget är att dessa får bilda tre kategorier med gränser vid 2 och 0,1 % lutning. Sträckor med mycket stor lutnings, > 10 %, tros vara relativt korta eller en liten del av vattendragens totala längd. Alla vattendrag med lutning över 2 % slås därför ihop till en grupp. Med detta förslag blir det 36 teoretiska typer för vattendrag.



Typindelning av vattendrag i region kombinerat med avrinningsområde och lutning går i nuläget inte att testa med biologiska eller kemiska data eftersom information om vattenförekomsternas vattendragslutning inte är framtagen. Skulle kommande studier visa att man även behöver dela in även efter geologi kan denna kategori läggas till i efterhand. Varken interkalibreringar eller bakgrundsrapporter har visat att geologin är utslagsgivande på biologiska kvalitetsfaktorer varför förslaget blir att utelämna deskriptorn geologi för vattendrag.

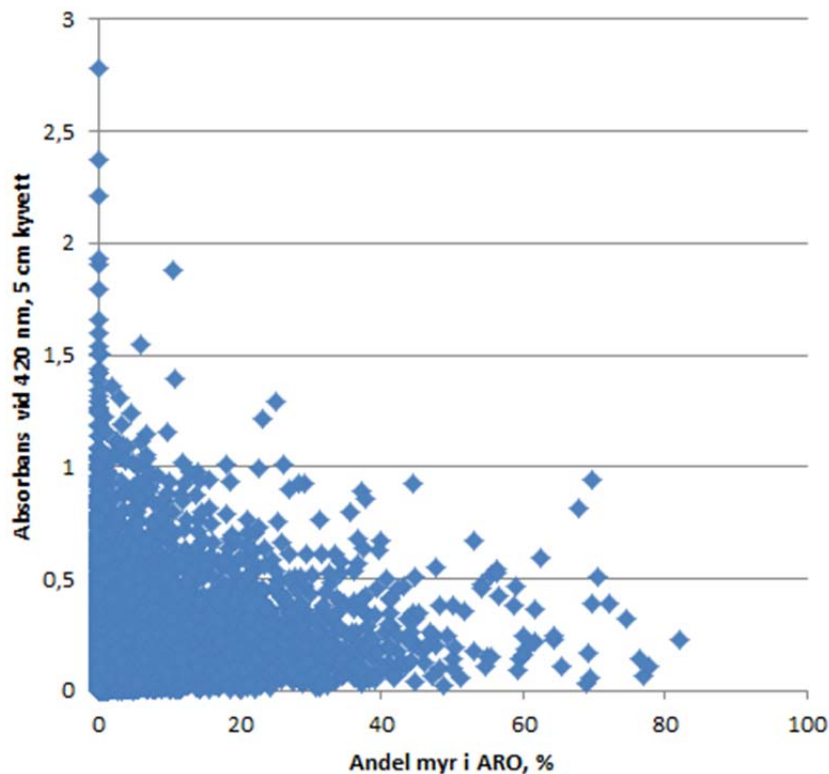
## 5.4 Geologi, kalk- och humushaltindelningar

När det gäller geologiska förutsättningar behöver man på liknande sätt som för ekoregion och trädgräns föra en diskussion om vilka förhållanden som är stabila i längden och sedan koppla detta till om de reglerar biologiska samhällen i vatten. I interkalibreringar och bakgrundsrapporter till de biologiska kvalitetsfaktorerna användes geologiska förutsättningar approximerat som alkalinitet och humushalt även om kemiska variabler som dessa kan variera mycket så att vatten riskerar byta typ. Tyvärr har det inte specificerats mer exakt i vattendirektivet vilken proportion av berggrund och jordarter eller t.ex. skogs- och myrmark i ARO som ska utgöra gränser för de tre geologigrupperna kalkhaltig, kiselhaltig eller organisk. I en rapport (Wallin et al. 2002) användes 10 % kalkberggrund eller kalkhaltig jordart för gruppen kalkhaltig, 10 % myrmark för organisk, och resten blev gruppen kiselhaltig. Om det var både hög proportion av kalk och myrmark, bedömdes myrmarken ha större betydelse och vattnet klassades då som organiskt. I Finland används gränsen 25 % torvmark i ARO för gruppen organisk och de översätter denna till vattenfärgen 90 mg Pt/l, men bara för rinnande vatten (se del 3.1.2).

### 5.4.1 Humushalt

Särskilt humushalt är en parameter som ändrar sig mycket i Sverige just nu, som svar på återhämtning från försurning i kombination med ändrad markanvändning och ett varmare klimat. Det är ett problem om vattenförekomster byter typ och särskilt om det är på grund av anledningar som beror på mänsklig verksamhet. Det skulle vara bättre att använda andelen mark i ARO som är av en viss typ för att indela. En sådan deskriptor skulle ändra sig mindre ofta. Tyvärr är sambandet mellan t.ex. myrmark i ARO och vattenfärg inte enkelt, och avgränsningar på 10 eller 25 % myrmark selekterar inte på ett bra sätt ut sjöar efter färg (figur 6). Vad som kontrollerar vattnets färg har studerats av många och sambandet är komplext, särskilt i sjöar där omsättningstiden på vattnet är en viktig parameter. Kartbaserade variabler, som altitud, lutning, kvoten mellan sjöarea och ARO, avrinning, eller % vatten, skog, våtmark eller jordbruk i ARO ger inte så tydliga samband mot vattenfärg (Kothawala et al. 2014) att de skulle kunna användas för typindelning. Det är möjligt att jordartskartors indelning i torv respektive inte torv ger ett bättre samband, något som behöver utredas om man vill använda denna typ data som bas för typologins geologiska delar. En studie av skånska vatten visade att vattnets flödesvägar i avrinningsområdet var en viktig förklarande faktor, särskilt då denna sk.

dräneringstäthet beräknades i den del av ARO som bestod av skogs- och myrmark (Kalén 2007). Detta sätt att indela skulle kunna testas för fler delar av landet.



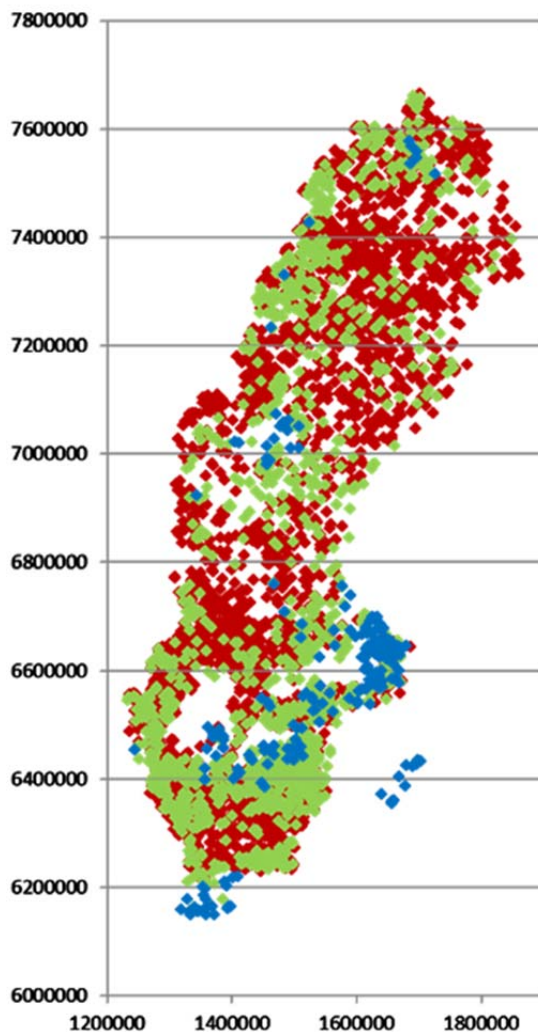
Figur 6. Samband mellan sjöars vattenfärg och andelen myr i avrinningsområdet. Data från 5083 omdrevssjöar 2007-2012 (Källa: SLU).

Det är alltså viktigt att hitta en stabil variabel för att dela in efter humushalt, men vilken denna bör baseras på är mera oklart. I väntan på att en sådan tas fram är förslaget att använda vattenfärg och att använda interkalibreringens gränser som grund. Man delade in i tre grupper för humus, < 30, 30-90 och > 90 mg Pt/l. Bara Finland och Sverige hade många ytvatten med humushalt högre än 90 mg Pt/l. I de svenska bedömningsgrunderna används humus som viktig strukturerande faktor för växtplankton (HVMFS 2013:19) och för makrofyter användes det i interkalibreringen (tabell 8) och för båda kvalitetsfaktorerna används 30 mg Pt/l som gränsvärde. Humus är en viktig strukturerande faktor för primärproducenter som växtplankton och makrofyter eftersom humus påverkar ljusmiljön. Ljusmiljön är viktigt även för visuella predatorer som många fiskar är. Typindelning i humushalt är därför viktig och 30 mg Pt/l har visat sig vara en bra gräns mellan klara och bruna vatten. I nuläget finns inget som talar för att det skulle behövas en ytterligare grupp för mycket humösa sjöar (> 90 mg Pt/l), varför förslaget är att indela efter endast två grupper för humus, och att sänka värdet från 50 mg Pt/l som används i NFS 2006:1 till 30 mg Pt/l som används för de biologiska kvalitetsfaktorerna samt i de EU-gemensamma typerna. Mycket humösa sjöar med hög biomassa av den besvärsbildande algen *Gonyostomum* skulle kunna behöva andra klassgränser för

kvalitetsfaktorn växtplankton än andra bruna sjöar men för att komma åt detta krävs ingen ytterligare indelning i typer generellt.

#### 5.4.2 Alkalinitet

Även alkalinitet är en viktig strukturerande faktor, särskilt vid mycket låga och mycket höga halter. De biologiska kvalitetsfaktorena delar inte in efter alkalinitet mest för att dataunderlaget för sjöar med högre alkalinitet var dåligt representerade i tidigare dataunderlag. Interkalibreringsarbetet visade ändå att klassgränser och referensvärden är olika för vissa kvalitetsfaktorer indelat efter alkalinitet. Att indela efter alkalinitet kan vara ett sätt att hjälpa till att identifiera naturligt näringsrika sjöar. Det har visat sig att sjöar som är naturligt näringsrika ofta får sämre status än god för näringsstatus enligt de bedömningsgrunder som tagits fram för vattendirektivet. Vattendirektivet kräver då åtgärder för att minska näringshalten, vilket inte är önskvärt då de speciella arter som finns i denna typ av vatten ofta är rödlistade enligt Art- och habitatdirektivet. Gruppen med riktigt kalkrika vatten ligger främst på Öland och Gotland samt i Skåne och Uppland, vattenförekomster med stor andel kalk i ARO bör kunna hittas med hjälp av berggrunds- och jordartskartor men bör också kunna selekteras ut med hjälp av alkalinitet högre än 1 mekv/l (blå punkter i figur 7). Förslaget är att endast indela i hög och låg alkalinitet med en gräns vid 1 mekv/l precis som i den tidigare NFS 2006:1. Om man även vill använda en grupp för vatten under 0,2 mekv/l är det svårare med uppdelningen, många sjöar kommer att ligga just på gränsen och då pendla med värden strax över och under gränsen på 0,2 mekv/l. Denna indelningsgräns kommer också vara svår att hitta med hjälp av jordartskartor. Vill man dela in i typ efter geologi för kalkhalt/alkalinitet som i system A bör man indela i två grupper och då vid gränsen på 1 mekv/l (precis om i NFS 2006:1). Definitionen borde helst vara baserad på jordarts eller berggrundsdata, men bör motsvara ungefär 1 mekv/l. Om detta motsvarar just 10 % kalkberggrund och kalkhaltig jord i ARO behöver utredas.



Figur 7. Sjöar indelade baserat på alkalinitet. Blå punkter visar sjöar med alkalinitet över 1 mekv/l, gröna visar de med 0,2-1 mekv/l och röda visar de under 0,2 mekv/l i alkalinitet. Källa: datavärd SLU och övervakningsprogrammet omdrevssjöar.

För sjöar har underlagsmaterialet data från 5084 sjöar (omdrevssjöarna, som provtas på hösten från helikopter). I medeltal är alkaliniteten 0,25 mekv/l och medianvärdet 0,13 mekv/l. 25 % och 75 % kvartilerna ligger på 0,06 respektive 0,25 mekv/l medan spannet i datasetet är mellan -0,43 och 5,9 mekv/l. Det innebär att gränsen på 0,2 mekv/l ligger mitt i den vanligaste alkaliniteten för sjöarna i bakgrundsmaterialet medan den övre gränsen på 1 mekv/l motsvarar en övre kvantil på cirka 95 %. På motsvarande sätt kan man beräkna humushalten, där gränserna 30 och 90 mg Pt/l med en alternativ metod mäts som absorbans vid 420nm i en 5cm-kyvett och då motsvaras av gränsvärdena 0,06 samt 0,18. Medelsjön har då humushalten 0,24 och mediansjön absorbans 0,16, medelsjön är en riktigt brun sjö. Motsvarande kvartiler på 25 och 75 % ligger vid värdena 0,066 (nästan vid gränsen för klara sjöar) och 0,33 (riktigt humösa sjöar). I dataunderlaget finns 43 sjöar som har både hög humushalt och alkalinitet (främst från Uppland), vilket visar att det inte

fungerar att typa efter endast geologi som i system A, där denna kombination inte finns med.

## 5.5 Fördelning enligt ny typologi

### 5.5.1 Sjöfördelning enligt nya typer

Av de 7228 vattenförekomsterna för sjöar fanns det dataunderlag att dela in 676 stycken enligt den föreslagna typologin. Det låga antalet typningsbara vattenförekomster beror på att data saknas för medeldjup och humushalt. Eftersom samtliga vattenförekomster är klassade enligt NFS 2006:1 för parametern alkalinitet användes denna i tabell 16. I dataunderlaget fanns medeldjup endast för 20 % av vattenförekomsterna och för mer än 90 % av vattenförekomsterna saknades kemiska variabler (tabell 16). I alla fyra regioner är det teoretiskt möjligt med 48 typer av sjöar, men det är omöjligt att i nuläget ange antalet typer förslaget skulle resultera i.

*Tabell 16.* Fördelning av sjöar i grupper enligt tabell 13. I blått anges antal vattenförekomster i varje grupp, med totalt möjliga på sista raden för att illustrera saknade data. För alkalinitet har indelning enligt NFS 2006:1 använts, samtliga vattenförekomster är då klassade enligt alkalinitet.

Region	Medeldjup (m)	Alkalinitet (mekv/l)	Humus (mg Pt/l)
Södra Sverige 1232	< 3m 342	< 1 6983 (1099 i S.Sv)	< 30 179
Norra Sverige; < 200m 1365	3-15 m 1030	> 1 249 (135 i S.Sv)	> 30 497
Norra Sverige; 200-800m 4305	> 15 m 95		
Norra Sverige; >800m 326			
<b>7228 vattenförekomster (100%)</b>	<b>1467 (20%)</b>	<b>7228 (100%)</b>	<b>676 (9,4%)</b>

### 5.5.2 Vattendragsfördelning enligt nya typer

För att grovindela vattendragen enligt den nya typologin har den gällande typindelningen enligt NFS 2006:1 använts för att grovindela. Höjdtypologi i Norrland approximeras då med limnisk ekoregion 1-3 som baserar sig på kalfjäll och högsta kustlinjen. I tabell 17 kan man se att eftersom indelning enligt vattendragslutning ännu inte är gjord i nationell skala går det ändå inte att säga något om hur många faktiska vattendragstyper det blir baserat på de 36 teoretiskt möjliga.

Tabell 17. Fördelning av vattendrag i typer enligt tabell 14. I blått anges antal vattenförekomster i varje grupp, med totalt möjliga i raden längst ner för att illustrera vilka parametrar data saknas för. Indelning i region för norra Sverige har approximerats med ekoregion 1-3 enligt NFS 2006:1 och klassning enligt VISS.

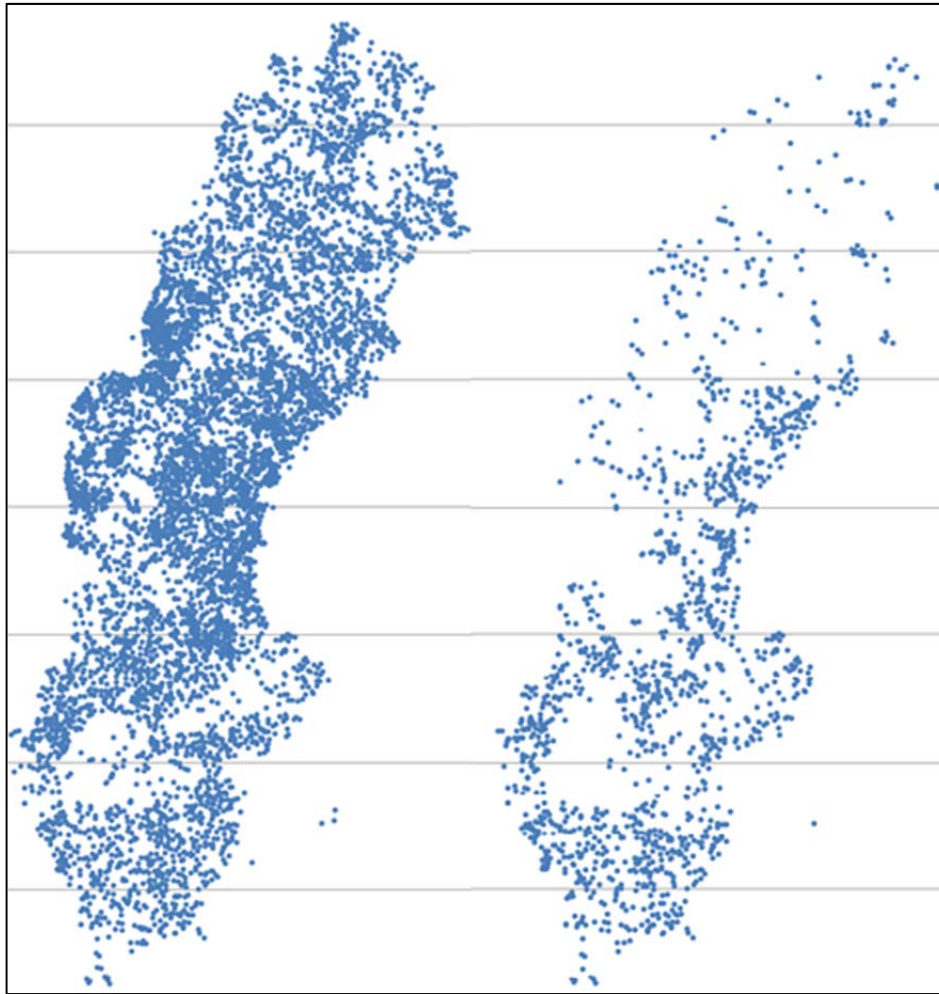
Region	Storlekstypologi baserad på tillrinningsområdet	Vattendragsslutning
Södra Sverige 2724	< 100 km <sup>2</sup> 11093	< 0,1 % ?
Norra Sverige; <200m 4170	100-1000 km <sup>2</sup> ?	0,1-2 % ?
Norra Sverige; 200-800m 7741	> 1000 km <sup>2</sup> ?	> 2 % ?
Norra Sverige; >800m 928		
<b>15563 vattenförekomster</b>	<b>11093 (71 %)</b>	<b>0 (0 %)</b>

## 5.6 Vad saknas för att kunna fastställa typologin för samtliga ytvatten?

### 5.6.1 Sjödjup

Vilket sätt man än väljer att indela på kommer man inte ifrån att en sjös medeldjup är en viktig parameter att ha med. Medeldjupet är det som främst efterfrågas och det styr skiktningförhållanden och därmed hur näringsomsättningen ser ut i sjön under säsongen samt påverkar förhållanden i sjöars djupare delar där goda syrgasförhållanden är viktiga särskilt för bottenfauna och kallvattensarter av fisk. Tyvärr saknas djupkartor för ett stort antal av Sveriges sjöar (figur 8 för en grovuppskattning). Till och med vissa av de sjöar som ingår i de nationella trendprogrammen saknar medeldjup (då finns ändå angivet djupast påträffat provtagningsdjup). Av 108 trendsjöar saknar 34 sjöar medeldjupsinformation! Med en relativt liten extra-kostnad skulle man kunna utnyttja provtagningsstillfällena till att ekoloda sjöar man ändå besöker.

Ett projekt för att ta fram bland annat djupdata, Sjölyftet finansierat av Arbetsförmedlingens stödformer (<http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/sjolyftet-1.11018>), har under en tid letts av SMHI men man har tyvärr långt ifrån hunnit med lodning av tillräckligt med sjöar. Man har däremot digitaliserat en del befintliga kartor samt definierat oklara utloppskoordinater. Här finns ett stort och mycket prioriterat arbete kvar att göra.



Figur 8. Vänster bild visar hur de 7228 sjöar som rapporterats som vattenförekomster fördelar sig över landet. Höger bild visar de 1776 som återstår när information om medeldjup krävs. Dataunderlaget är från Sjölyftet.

Man behöver troligtvis ta hjälp av fler aktörer för att loda sjöar. Intresset hos den fiskeintresserade allmänheten och olika vattenråd att hjälpa till bör undersökas och utnyttjas till detta. Det finns många båtägare med avancerad lodutrustning med GPS funktion som kan samla på sig data och som troligtvis har intresse av att bidra till att samla data för att rita framtidens djupkartor för sjöar. Detta skulle vara ett utmärkt exempel på vad "citizen science" skulle kunna bidra med. Med webbapplikationer på någon myndighets webbsida skulle man kunna ladda ner sina data och sedan ritas preliminära djupkartor upp som förstås måste komma den som bidrar till del samt kommer att förbättras för varje bidrag till den enskilda sjön. Institutionen för akvatiska resurser, SLU, använder på liknande sätt sina provtagningsbåters fasta lodutrustning i större sjöar de provtar i för att förbättra djupkartor (muntlig information, Erik Degerman). För mindre sjöar där provtagningsbåt oftast hyrs på plats behöver mobila ekolod av en typ som passar för djuplodning användas.

I väntan på djupkartor kan man använda sig av kartinformation och modeller för att uppskatta vilket medeldjup sjön borde ha. Ett sätt är att använda information om

sjöyta och maximala lutningen i terrängen i en 50 m vid zon runt en sjö. Med den informationen kan lutningen vidare ner i sjön extrapoleras och volym och maxdjup eller medeldjup beräknas (Sobek et al. 2011). Sådana uppskattningar har stor osäkerhet men kan ändå användas för en grovindelning.

### 5.6.2 Vattendragslutning

Endast för Mörrumsån och Viskans avrinningsområden finns material framtaget för att klassindela efter lutning och i dessa system bör typologin testas med de biologiska data som finns. De biologiska data som används i projektet WATERS kan användas för att testa hur en vattendragstypologi baserad på lutning faller ut i större skala. Men indelningen enligt lutning behöver först göras i nationell skala i ett projekt som använder höjddatabasen och information om hur vattenförekomsterna ligger i detta höjdlandskap som bas. Kanske finns redan bakgrundsmaterial samlat hos den grupp som tog fram de nya hydromorfologiska bedömningsgrunderna. Om WATERS ska hinna få med parametern lutning i modeller för biologiska kvalitetsfaktorer i vattendrag behöver lutningsdata snarast tas fram i nationell skala!

### 5.6.3 Geologi, alkalinitet och humushalt

Det behövs en svensk tolkning av vattendirektivets geologiindelning om man ska använda annat än kemiska variabler som approximation till geologi. Det behövs projekt för att göra denna tolkning, samt för att ta reda på vilka berg- och jordartsdata som lämpar sig för att få ett mått på geologin som har bra samband med kemiska variabler men som inte varierar så mycket som dessa. Kaléns (2007) sätt att dela in efter dräneringstäthet bör testas för ett större område för att se hur generellt sambandet är.

Väljer man istället kemiska variabler behöver dessa mätas upp i samtliga vattenförekomster. Ska man använda alkalinitet och vattenfärg för typindelning behöver det värde som använts läggas in i VISS för tydliggöra på vilket värde typningen baseras och för att förenkla om man vill gruppera på alternativa sätt. För vattenförekomster som har data inrapporterade till datavärd skulle man kunna bygga in att VISS kommunicerar med datavärd för att hämta hem ett medelvärde för senaste vattencykeln. För de sjöar som inte har provtagits bör preliminär alkalinitet och vattenfärg modelleras fram och läggas in i VISS med anmärkningen att det är ett modellerat värde. Att rapportera faktiska värden för parametrar som använts för typindelning istället för att bara rapportera vilken kategori en vattenförekomst tillhör är något som efterfrågats även på EU-nivå (Delsalle 2013).



## 6 Typologi kopplat till referensvärden och osäkerhetsbedömningar

För vattenförekomster som rapporterats in enligt vattendirektivets artikel 5, dvs. enligt NFS 2006:1 typologin, finns inga typspecifika referensvärden framtagna på ett samlat sätt. Ett fåtal län har möjligtvis tagit fram egna referensvärden för vissa vanliga typer där tillräckligt med data funnits. Typspecifika referensvärden finns däremot framtagna för de biologiska kvalitetsfaktorer som använder typindelning (jmf tabell 10). Det stora flertalet län har troligtvis använt dessa värden som referensvärden då dessa ändå inkluderar alla rapporteringstyper men indelar enligt annorlunda gränser. En rapporteringstyp kan på detta sätt få en eller två referensvärden för en kvalitetsfaktor beroende på fördelningen av vattenförekomster inom typen av t.ex. humus sett ut. De biologiska kvalitetsfaktorernas referensvärden interkalibrerades under den åtta år långa övningen i ECOSTAT. Eftersom interkalibreringen är avslutad och ändringar är införda i HVMFS 2013:19 vilken trädde i kraft 1 september 2013 har dessa kommit med i senaste statusklassningen. Hur referensförhållanden och klassgränser tagits fram sammanfattas i WATERS-rapporten "Establishing reference conditions and setting class boundaries" (Johnson et al. 2013).

I Sverige varierar de flesta parametrar som påverkar de limniska ekosystemen i kontinuerliga gradienter från norr till söder eller väster till öster och tydliga tröskelvärden förekommer inte. Följaktligen är varje sjö eller vattendrag mer eller mindre unikt och variationen inom en typ kommer alltid att bli stor. Många vattenförekomster kommer också att ligga på gränsen mellan typer, eller variera mellan typer med tiden. För att komma ifrån detta problem kommer modeller att användas för nästa generation bedömningsgrunder för biologiska kvalitetsfaktorer som tas fram i WATERS-projektet. Modeller som inkluderar faktiska värden för de variabler som definierar typer gör att det kommer att vara mycket enklare att beräkna typspecifika referensvärden för vilken typindelning man nu väljer att använda. Waters tar i första hand fram objekts- eller stationsspecifika referensvärden, som vid behov kan grupperas för att beräkna referensvärden för vattenförekomster av en viss typ.

För att förenkla vid planering och rapportering kan man i de fall modeller används (alltså även för fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer) ta fram typspecifika referensvärden (något som vattendirektivet kräver) för de typer som ska rapporteras och sammanställa i tabeller som publiceras på ett sätt som blir tydligt för kommissionen och de som ska använda dem. Ett argument mot detta är att man på detta sätt förstör upplösningen med ett medelreferensvärde. Ska det bara användas för rapportering är det kanske inte så användbart. Det är ju troligtvis det objektspecifika referensvärdet man siktar mot? Oavsett om tabeller eller modeller används bör dessa uppdateras med jämna mellanrum t.ex. i 6-årsintervall vid lämpligt tillfälle i vattenförvaltningscykeln.

Likaså finns för de biologiska kvalitetsfaktorerna i HVMFS 2013:19 en osäkerhetsbedömning för varje referensvärde. Däremot har det inte tagits fram något enkelt verktyg att bedöma osäkerhet i själva statusbedömningen (men metoder föreslås i NV:s Handbok 2006:3) och diskuterades mycket i projektet WISER ([www.wiser.eu](http://www.wiser.eu)) och har även lett till att verktyg och osäkerhetsbibliotek för att bedöma olika typer av osäkerhet nu tas fram inom projektet WATERS (Lindgarth et al. 2013 a,b för generella beskrivningar av metodiken). För de vattenförekomster som nyligen statusklassats och rapporterats enligt artikel 5 finns därför troligtvis ingen osäkerhetsklassning för själva statusen, t.ex. om statusen är hög med 10 %, god med 70% och måttlig med 20% säkerhet. Däremot är ju osäkerheten förstås mycket förhöjd om man inte mätt och bedömt alla kvalitetsfaktorer. Hur många kvalitetsfaktorer som använts jämfört med vad som krävs enligt direktivet samt provtagningsfrekvens har troligtvis redovisats bättre och ger även de ett mått på hur säker en bedömning är.

## 7 Typologi kopplat till statusbedömning med begränsade mätdata?

Påverkansanalys bör vara steg ett i all övervakning anpassad för vattendirektivet. Genom att identifiera möjliga verksamheter som påverkar kan övervakningsprogram som övervakar variabler som är kopplade till just denna påverkan anpassas. Förhoppningsvis kan även kostnader för övervakning slussas vidare till den påverkande verksamheten. Vattenförekomsten bör då ingå i operativ övervakning och helst bör de biologiska kvalitetsfaktorer som svarar på den aktuella typen av påverkan övervakas.

Det finns redan en nationell vägledning av hur vattenförekomster inom samma typ kan delas in ytterligare enligt påverkansfaktorer och påverkanstryck, hur man ska göra om man endast har tillgång till fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer eller om man inte har tillgång till några mätdata alls (Handbok 2007:4). Denna rapport föreslår inget ytterligare sätt, frågan är om kommissionen godkänner den nuvarande proceduren och att det gäller en så stor andel av vattenförekomsterna. I korthet kan man om man endast har möjlighet att mäta kvalitetsfaktorer för att bedöma ekologisk status i ett fåtal vattenförekomster göra en extrapolering till andra vattenförekomster av samma typ och liknande påverkanstryck. Statusklassificering genom extrapolering från ett fåtal vattenförekomster leder till att stor osäkerhet introduceras och man bör vara försiktig med slutsatsen att vattenförekomster av samma typ och liknande påverkanstryck har liknande ekologisk status. Likaså kan kännedom om fysikalisk-kemisk status användas för att indikera ekologisk status och endast en påverkansanalys utan tillgång på ytterligare data kan även den indikera ekologisk status. Alla dessa sätt kräver expertbedömning och extrapolering. Det verkar nödvändigt för Sverige att hitta en framkomlig väg i denna riktning som godkänns

av kommissionen då det skulle bli för kostsamt att mäta alla kvalitetsfaktorer i alla vattenförekomster. Är man intresserad av att utveckla metoderna som tas fram i WATERS-projektet för att utveckla modeller för att bedöma osäkerhet vid gruppering eller vid bedömning utan tillgång på mätdata bör man lägga ut detta som parallell eller fortsättningsprojekt. Troligtvis behöver fler vattenförekomster provtas med många kvalitetsfaktorer stratifierat i typer och påverkansgrad för att en sådan modell alls ska bli användbar. Med en samlad typologi skulle man på sikt kunna efterlysa saknade typer i modellen och planera in dessa i övervakningsprogrammen.

Sverige kritiserar av kommissionen för att inte mäta allt överallt och beräkningar har gjorts på hur stor ambitionsnivå olika länder har räknat per andel vattenförekomster som man mätt i jämfört med totalt antal. I sådana jämförelser hamnar Sverige och Finland med sitt stora antal vattenförekomster långt ner i ambitionsnivå. Skulle man göra en mer rättvis bedömning skulle man kunna ta hänsyn även till invånarantalet. Då skulle Sverige ligga bättre till. När det gäller typer kopplat till vattenförekomster bör man undersöka möjligheten att göra vissa vattenförekomster större. Det vore bra om flera små sjöar av samma typ i ett avrinningsområde kunde ingå i en större vattenförekomst likaså bör man på vattendragssidan överväga möjligheten att slå ihop närliggande vattenförekomster om de är av samma typ och har liknande påverkanstryck över en längre sträcka.

## Referenser

- Delsalle J., (2013) Discussion document on lessons learned from WFD reporting and follo-up. Version 2. Note from EU commission.
- Ecke F., (2007) Bedömningsgrunder för makrofyter i sjöar – bakgrundsrapport. Luleå tekniska universitet, Institutionen för tillämpad kemi och geovetenskap, Avdelningen för tillämpad geologi. Forskningsrapport 2007:17.
- Fölster J., Sandin L. & Wallin M. (2003) A suggestion to a typology for Swedish inland surface waters according to the EU Water Framework Directive. SLU, Vatten och miljö, Rapport. 34 sidor.
- Illies J., (1978) Limnofauna Europaea. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Johnson R.K. (2000) Spatial congruence between ecoregions and littoral macroinvertebrate assemblages. J. N. Am. Benthol. Soc. 19(3): 475-486.
- Johnson R.K., Lindegarth M. & Carstensen J. (2013) Establishing reference conditions and setting class boundaries. WATERS Report no. 2013:2. ([http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1447/1447073\\_ref-cond-deliverable\\_-2.1-2.pdf](http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1447/1447073_ref-cond-deliverable_-2.1-2.pdf))
- Jonasson C. (1996). Landet. I boken: Sveriges geografi (ed. Helmfrid S), Sveriges Nationalatlas. Sveriges Nationalatlas Förlag. 16-41.
- Kalén, V. (2007) Analysing temporal and spatial variations in DOC concentrations in Scanian lakes and streams, using GIS and Remote Sensing. Geo-

- biosphere Science Centre, Physical Geography and Ecosystems Analysis, Lund University, Seminar series nr 137, 48 pp.
- Kothawala D.N., Stedmon C.A., Müller R.A., Weyhenmeyer G.A., Köhler S.J. & Tranvik L.J. (2014) Controls of dissolved organic matter quality: evidence from a large-scale boreal lake survey. *Global Change Biology* 20: 1101-1114.
- Lindegårdh M., Carstensen J. & Johnson R.K. (2013a) Uncertainty of biological indicators for the WFD in Swedish water bodies: current procedures and a proposed framework for the future. WATERS Report no. 2013:1. ([http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1432/1432948\\_d-2.2-1-uncertainty-of-biological-indicators-for-the-wfd-in-swedish-water-bodies.pdf](http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1432/1432948_d-2.2-1-uncertainty-of-biological-indicators-for-the-wfd-in-swedish-water-bodies.pdf) )
- Lindegårdh M., Carstensen J. & Johnson R.K. (2013b) Monitoring biological indicators for the WFD in Swedish water bodies. Current designs and practical solutions for quantifying overall uncertainty and its components. WATERS Report no. 2013:6. ([http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1465/1465336\\_d-2.2-2-uncertainty-and-monitoring-for-the-wfd-in-swedish-water-bodies.pdf](http://www.waters.gu.se/digitalAssets/1465/1465336_d-2.2-2-uncertainty-and-monitoring-for-the-wfd-in-swedish-water-bodies.pdf) )
- Poikane S. (ed), (2009) Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 2: Lakes. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23838 EN/2 – 2009.
- Sandin L., & Johnson R.K. (2000) Ecoregions and benthic macroinvertebrates assemblages of Swedish streams. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 19(3): 462-474.
- Sobek S., Nisell J. & Fölster J., (2011) Predicting the volume and depth of lakes from map-derived parameters. *Inlands Waters* 1: 177-184.
- Sonesten L. & Wilander A., (2006) Underlag och förslag till reviderade bedömningsgrunder för klorofyll. SLU, Vatten och miljö, Rapport 2006:6.
- Wallin M.(projektledare), Törnblom E., Lindqvist T., Beier U., Degerman E., Bergqvist B., Holmgren K. m.fl. (2002) Slutrapport från projektet: Referensnät för ytvattenstationer enligt ramdirektivet för vatten. 65 s.
- Weyhenmeyer G., Peter H. & Willén E. (2013) Shifts in phytoplankton species richness and biomass along a latitudinal gradient – consequences for relationships between biodiversity and ecosystem functioning. *Freshwater Biology* 58: 612-623.
- Willén E. & Larson D., (2004) Typanpassning av sjöar och vattendrag – en granskning av den föreslagna svenska typologin med avseende på växtplankton och makrofyter. SLU, Vatten och miljö, Rapport 2004:3.